



Hinc patriam sustinet

Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa

OPTIMIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA

O Caso de Estudo da Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A.

André Miguel Cruz de Oliveira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente

Orientador: Professora Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte

Co-orientador: Licenciado Philippe Georges Soares Godineau

Presidente: Doutor Francisco Cardoso Pinto, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte, Professora

Catedrática do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor Rui Marçal de Campos Fernando, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Licenciado Philippe Georges Soares Godineau, na qualidade de especialista

Lisboa, 2009

Agradecimentos

A experiência adquirida durante este estágio curricular ultrapassa todas as experiências académicas que podemos viver. Graças a este estágio foi possível um contacto directo com a realidade industrial adquirindo desta forma competências que certamente servirão de base a uma vida profissional futura. Desta forma gostaria de agradecer a todos os responsáveis da Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, SA. por possibilitarem a existência deste trabalho. Gostaria de agradecer em particular ao Engenheiro Philippe Goudineau pela forma como fui recepcionado, pela paciência e esclarecimentos prestados. Um muito obrigado também a todos os funcionários que contribuíram para este trabalho, principalmente o Sr. Videira, pela simpatia e disponibilidade total com que sempre fomos recebidos.

Gostaria de agradecer ao grande ser humano, Engenheiro José Tavares, por me ter acompanhado nesta caminhada pelas jornadas da SCC, pelas discussões e muitos bons momentos passados.

Um obrigado especial para a Professora Doutora Elisabeth Duarte, pela orientação e por sempre acreditar e incentivar no nosso progresso.

Um muito obrigado ao Miguel, Alex, Jorge, Evaristo, Daniel, Raquel, Catarina, Gonçalo, Florindo, Joana, Rute, Nonocas, Mimoso, Paula e todos os outros amigos por me terem aturado durante os vastos anos passados na Tapada da Ajuda.

Finalmente, quero deixar um beijo muito especial para a Dânia por me ter acompanhado ao longo destes últimos 4 anos e sempre me ter incentivado a acreditar em mim próprio.

A todos um bem haja e um muito obrigado

Resumo

A problemática da escassez da água, tem impelido os seus usuários a procurarem fontes alternativas deste bem precioso. As Indústrias têm, neste assunto, um interesse fundamental de forma a garantirem o seu desenvolvimento sustentável.

Nestas condições surge este trabalho. Nele foram desenvolvidas actividades para efectuar um diagnóstico ao uso da água, feito na SCC, de forma a poder-se balancear esse mesmo uso, visando oportunidades de reutilização e reciclagem de efluentes. No decorrer dessas actividades, foram efectuados leituras e registos de contadores, acompanhamento de processos e procedimentos e através das leituras, obtidas determinados consumos específicos. Foram ainda identificados efluentes específicos os quais foram sujeitos a amostragem e análise laboratorial.

Uma origem alternativa estudada neste trabalho foi a captação de água da chuva para a sua integração nos processos industriais. Foram calculados os volumes potencialmente captáveis e analisada a qualidade dessa água.

A avaliação final dos resultados obtidos permitiu a sugestão de oportunidades de melhoria da utilização da água, recuperando, tratando e reciclando efluentes da malteria, adegas e linhas de enchimento. Foi também proposto um uso para a água da chuva tendo em conta os volumes captáveis. Finalmente fez-se ainda uma análise económica sumária tendo em vista os benefícios das melhorias propostas.

Palavras-chave: Água, Indústria, Sustentabilidade, Recuperação, Reciclagem e Chuva

Abstract

The problem of water scarcity, has propelled it's users to seek alternative sources of this precious goods. Industry, have a key role in order to ensure their sustainable development. In these bases comes this work. There were developed activities to carry out a diagnostic use of water, in order to be possible to balance this same use, seeking opportunities for reuse and recycling wastewaters. It was made counter reads and records, monitored activities and processes and through readings were calculated certain excise. There were specific individualized effluents which were subject of sampling and laboratory analysis. An alternative studied in this work was the rain water abstraction for its integration in industrial processes. Potential volumes were calculated to be collected and analyzed. The final evaluation of the results has suggested opportunities for improvement, retrieving, treating and recycling malteria effluents, filling lines and wineries. It was also proposed a use for rainwater taking into account the volume captured. At the end was made a short economic analysis for the benefits of this kind of intervention.

Key-words: Water, Industry, Sustainability, Recovery, Recycling and Rainwater

Extended Abstract

Water is a substance essential to the existence of life on Earth. Facts related to the consumption of water, catapult the issue of scarcity and water pollution particularly at the large urban centers. For industry, this reality has been seen as a challenge. As the industry a major consumer of water, it must create strategies for efficient and rational use to ensure the sustainability of the industry, without ever compromising the quality of the final product

This work follows on a stage made in the Sociedade Central de Cervejas e Bebidas SA, which being a food beverage has as its main raw water. The development of technical measures in order to optimize the water consumption at a given site, requires a thorough understanding of how, where and why water is used. This full knowledge of the use of water requires not only the quantitative survey but also quality of water used in any of the cases in which this unit is essential. The establishment of a diagnosis to the efficient use of water allows firsthand to determine the minimum necessary volume of water for each unit operation, without compromising the proper performance of such activities.

To begin its study of water in a given industry, it is necessary to make a documentary analysis. The viability of the information collected should then be given. The validation of the documents collected in the previous step is only possible with the verification in situ. This field survey provides also collect information that is not documented.

The assessment of need and supply of water is another step forward. The assessment of water shortages to recognize the real needs of water properly characterized, with the points of intervention with the greatest potential for an optimization of consumption. We may also obtain relevant information such as the current distribution of water consumption, identifying the largest consumer in the form of distribution in these consumers and the waste they generate. Analysis of the water supply is obtained the following data:

Ability to supply public

- Ability to supply from groundwater
- Use of rainwater
- Ability to reuse effluent
- Estimated investment needs of different points of supply, including the return periods associated.

The use of rainwater, by man, has several thousand years. There are reports of construction of storage tanks for rainwater, with 80,000 m³, dating from 527 to 565 BC, in Istanbul in Turkey.

Rainwater has several options for the use both levels and non-potable drinking water. However, with regard to its use there are certain parameters to keep in mind:

- Precipitation
- Quality of rainwater
- Interception Area and storage volume
- Level of treatment required

The quality of rainwater is a parameter that varies in space and time. This variability is due not only to the surface conditions of capture and storage but also to weather conditions, ie, the dust concentration

and type of dust in the atmosphere. Since the quality of these waters is uncertain, it is necessary to use a program to monitor and control it. In studies of Cyprian, et al., And Ferrari, et al., The parameters monitored were:

- pH
- Total alkalinity
- Chlorides
- Apparent color
- Total Hardness
- Total iron
- Silica
- Temperature
- Turbidity
- Microbiological tests

The determination of storage volume will then depend on the maximum volume obtained monthly. This volume is calculated using the following formula:

$$V(t) = P(t) \times A_c \times C_c \times C_f$$

$V(t)$ - potential volume of rainwater (m^3)

$P(t)$ - precipitation (m)

A_c - catchment area (m^2)

C_c - runoff catchment coefficient

C_f - filter coefficient at the entrance to the storage tank

Looking at some papers in this area, there are two main systems of treatment located upstream storage: a sieve and a disposal system. Riddle initial task will be to remove the coarse material, present in the catchment areas and carried away by the rain.

The increase in the price of public water supply coupled with growing concern the discharge of sewage into the receiving environment have highlighted the natural processes of recycling of industrial water. These waters are classified by purpose:

- reclaimed water: water used more than once inside the plant.
- Water recycled: water recovered and reused in the same process.
- Reused water: water recovered and reused in different processes in which the quality index is less demanding

The reuse of water can be implemented in two ways:

- Cascade Re-use: the effluent for a industrial process, with the required quality indices, is used as feed to a subsequent process.
- Reuse of treated effluent: is the reuse of previously treated effluent, with better quality than the original, in other cases.

In these bases comes this work. The activities were developed to carry out the diagnostic use of water, in order to be possible to use this same balance, seeking opportunities for reuse and recycling

wastewaters. It was made counter reads and records, monitored activities and processes and through readings were calculated certain excise. There were specific individualized effluents which were subject of sampling and laboratory analysis. An alternative studied in this work was the rain water abstraction for its integration in industrial processes. Potential volumes were calculated to be collected and analyzed. The final evaluation of the results has suggested opportunities for improvement, retrieving, treating and recycling effluents malthouse, filling lines and guarding. It was also proposed to use rainwater for taking into account the volume captured. At the end was made a short economic analysis for the benefits of this kind of intervention.

Key-words: Water, Industry, Sustainability, Recovery, Recycling and Rainwater

Índice

Agradecimentos	II
Resumo.....	III
Abstract.....	IV
Extended Abstract	V
Índice	VIII
Lista de Quadros	XII
Lista de Figuras.....	XIV
Lista de Abreviaturas.....	XVI
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento e Oportunidade do Tema.....	1
1.2 Objectivos	2
1.3 Estrutura da Dissertação	3
2 A problemática da água.....	4
2.1 A água e o mundo.....	4
2.1.1 Disponibilidade.....	4
2.1.2 Funções	5
2.2 A água e a indústria	6
2.2.1 Tipos de uso da água.....	6
2.2.2 Índices de qualidade da água.....	7
2.3 Conservação, reutilização e reciclagem da água.....	8
2.4 Legislação e normas aplicáveis.....	9
3 Metodologia para a implementação de um Programa de Conservação e Reutilização da Água.....	11
3.1 Avaliação técnica preliminar	13
3.1.1 Análise documental	13
3.1.2 Levantamento de dados de campo	14
3.1.3 Compilação dos dados obtidos	14
3.2 Avaliação das necessidades de água.....	15

3.2.1	Perdas e desperdício	16
3.2.2	Processos e equipamentos	16
3.2.3	Índices de qualidade requerida	16
3.2.4	Compilação dos dados	16
3.3	Avaliação da oferta de água	17
3.3.1	Abastecimento público	17
3.3.2	Águas subterrâneas	18
3.3.3	Águas pluviais	19
3.3.4	Águas recuperadas	24
3.3.5	Compilação dos dados obtidos	25
4	Técnicas de Tratamento	26
4.1	Bioxidação e bio-tratamento	26
4.2	Adsorção por carvão activado	27
4.3	Centrifugação	27
4.4	Oxidação química	27
4.5	Cristalização	28
4.6	Electrodialise	28
4.7	Evaporação	29
4.8	Filtração	29
4.9	Flotação	29
4.10	Separação gravítica	30
4.11	Permuta iónica	30
4.12	Separação por membranas	30
4.13	Precipitação	31
5	Industria Cervejeira e de Refrigerantes	32
5.1	Cerveja	32
5.1.1	Maltagem	33
5.1.2	Brassagem	33
5.1.3	Fermentação	34

5.1.4	Maturação e Guarda	34
5.1.5	Filtração	34
5.1.6	Enchimento	34
5.2	Refrigerantes.....	35
5.3	Água aplicada à Indústria cervejeira e de refrigerantes	35
6	Material e Métodos.....	36
6.1	Caracterização das instalações do objecto de estudo	36
6.2	Levantamento de Campo	37
6.2.1	Caracterização da rede de distribuição de água.....	37
6.2.2	Verificação de procedimentos	38
6.3	Balanço hídrico: necessidades e oferta	38
6.3.1	Análise à potencial oferta da água da chuva	41
6.4	Realização de análises laboratoriais de efluentes e águas pluviais.....	43
7	Apresentação e discussão de resultados	45
7.1	Caracterização das instalações.....	45
7.2	Levantamento de campo	48
7.2.1	Verificação da rede de distribuição de água	48
7.2.2	Verificação de procedimentos	51
7.3	Balanço hídrico: necessidades e oferta	53
7.3.1	Enchimento de Barris	57
7.3.2	Linha de Refrigerantes	58
7.3.3	Enchimento de garrafas	60
7.3.4	Malteria	63
7.3.5	Brassagem.....	64
7.3.6	Fermentação, maturação e guarda	67
7.3.7	Filtração	68
7.3.8	Águas pluviais	69
7.3.9	Torres de refrigeração.....	71
7.3.10	Análises Laboratoriais: Resultados e discussão.....	72

8	Propostas de tratamento e reutilização	73
8.1	Propostas	73
8.1.1	Malteria: reutilização do efluente da 1ª molha	73
8.1.2	Água de trasfega do mosto	74
8.1.3	Lubrificação de tapetes	74
8.1.4	Bombas de vácuo	74
8.1.5	Água da chuva	75
8.2	Retorno económico	75
9	Conclusões	78
10	Bibliografia	80
	Anexo I – Tecnologias de tratamento de águas residuais e respectivas aplicações	ii
	Anexo II - Fotografia aérea da fábrica de Vialonga	iii
	Anexo III – Valores de precipitação	iv
	Anexo IV: Macro fluxo de água da fábrica de Vialonga	xv
	Anexo V: Diagramas de fluxos das diferentes áreas	xvi
	Anexo VI – Diagramas de distribuição de água	xix
	Anexo VII – Registos das leituras dos vários contadores, relativos ao ano de 2008	xxi
	Anexo VIII - Registos das leituras dos vários contadores, relativos ao 1º semestre de 2009	xxiii
	Anexo VIII – Registos de produção consumos e produção de água recuperada 2008 ...	xxiv
	Anexo IX - Registos de produção consumos e produção de água recuperada 2009	xxv
	Anexo X – Compilação dos consumos de água da CIP – Linha de barris (volumes em litros)	xxvi
	Anexo XI – Consumos calculados para os esguichos de lubrificação de tapetes	xxvii
	Anexo XII – Consumos das bombas de vácuo	xxviii
	Anexo XIII	xxix
	Anexo XIV – Volume de água pluvial interceptada	xxx
	Anexo XV – Dados de consumo das torres de refrigeração	xxxi
	Anexo XV – Resultado das análises Laboratoriais	xxxii

Lista de Quadros

Quadro 3.1 – Etapas de implementação de um PCRA.	12
Quadro 3.2 – coeficientes de escoamento de diferentes superfícies	22
Quadro 3.3 – Parâmetros determinados na água descartada e na água armazenada	24
Quadro 4.1 – Processos de separação por membranas existentes	31
Quadro 5.1 – Intervalos de razão de volume de consumo de água por volume de cerveja produzida	36
Quadro 6.1 – Análises efectuadas às amostras recolhidas e respectiva bibliografia ou método aplicado	43
Quadro 6.2 – Amostras recolhidas, tipo de amostragem e análises efectuadas às mesmas	44
Quadro 7.1 – Processos, operações e usuários finais de água	51
Quadro 7.2 – Tratamentos de afinação de qualidade para utilização específica	52
Quadro 7.3 – Especificações dos furos	53
Quadro 7.4 – Peso relativo de consumidores parciais sobre os contadores inerentes	58
Quadro 7.5 – Relação produção/consumo de água recuperada. Calculada segundo dados do Anexo IX e Quadro seguinte	60
Quadro 7.6 – Distribuição de consumos de água na secção da Malteria.	63
Quadro 7.7 – Grau plato (massa de extracto por massa de mosto)	65
Quadro 7.8 – Massa volúmica do mosto	65
Quadro 7.9 – Hectolitros de mosto produzido	65
Quadro 7.10 – Dreches produzidos	65
Quadro 7.11 – Dados da filtração	68
Quadro 7.12 – Áreas de intercepção calculadas	70
Quadro 7.13 – Intervalo de intercepção calculado com base na área total disponível e pluviosidade registada entre 1979 e 2009.	71
Quadro 8.1 – volume recuperado de água da 1ª molha	75
Quadro 8.2 – retorno mensal esperado, em euros, para a água da 1ª molha	76
Quadro 8.3 – volume recuperado de água de lubrificação	76
Quadro 8.4 – retorno mensal esperado, em euros, para a de lubrificação	76

Quadro 8.5 – volume recuperado de vácuo	76
Quadro 8.6 – retorno mensal esperado, em euros, para o sistema de vácuo	77
Quadro 8.7 – retorno mensal esperado, em euros, para a água da chuva	77
Anexo I – Tecnologias de tratamento de águas residuais e respectivas aplicações	li
Anexo III – Valores de precipitação relativos ao período de 1 de Julho de 1979 a 30 de Junho de 2009 emitidos na página electrónica do SNIRH	iv
Anexo VII – Registos das leituras dos vários contadores, relativos ao ano de 2008	xxi
Anexo VIII - Registos das leituras dos vários contadores, relativos ao 1º semestre de 2009	xxiii
Anexo VIII – Registos de produção consumos e produção de água recuperada 2008	xxiv
Anexo IX - Registos de produção consumos e produção de água recuperada 2009	xxv
Anexo X – Compilação dos consumos de água da CIP – Linha de barris (volumes em litros)	xxvi
Anexo XI – Consumos calculados para os esguichos de lubrificação de tapetes	xxvii
Anexo XII – Consumos das bombas de vácuo	xxviii
Anexo XIII – Valores de precipitação média mensal	xxix
Anexo XIV – Volume de água pluvial interceptada	xxx
Anexo XV – Dados de consumo das torres de refrigeração	xxxi
Anexo XV.I – Resultado das análises às amostragens efectuadas	xxxii
Anexo XV.II – Resultados obtidos a amostragens efectuadas aos efluentes da malteria no decorrer de Maio de 2008	xxxii

Lista de Figuras

Figura 1.1- Distribuição de água no planeta	1
Figura 2.1 – Disponibilidade da água em declínio	4
Figura 2.2 – Pressão sobre os recursos hídricos	4
Figura 2.3 – Pessoas atingidas pela pressão ou escassez sobre os recursos hídricos (mil milhões)	5
Figura 2.4 – Utilização da água no mundo	5
Figura 2.5 – Comparação das distribuições de água no mundo	6
Figura 3.1 – Diagrama para o desenvolvimento de um PCRA	12
Figura 3.2 – Exemplo de um diagrama de macro fluxo de água numa indústria	15
Figura 3.4 – A: Mapa de precipitação total anual; B: mapa de precipitação em dias/ano	20
Figura 3.5 – Desenho esquemático de um sistema de recolha de águas pluviais	23
Figura 3.6 – Diferenças de concentração entre o rejeição inicial e o armazenamento	23
Figura 5.1 – Processo de fabrico de cerveja	32
Figura 6.1 – Exemplo da complexidade da rede de distribuição	37
Figura 6.2 – ponto de amostragem instalado no telhado da fábrica	42
Figura 6.3 – Ponto de amostragem colocado na base de um tubo de recolha de águas pluviais	42
Figura 7.1 – Cronograma de actividades desenvolvidas	45
Figura 7.2 – fotografia aérea da fábrica de Vialonga com o perímetro definido a vermelho	46
Figura 7.3 – Distribuição percentual dá água na Fábrica de Vialonga durante 2008	47
Figura 7.4 – Exemplo de identificação de contador (CT24)	48
Figura 7.5 – Barrilete de distribuição de água bruta (EPAL + Furos)	49
Figura 7.6 – local de corte da tubagem que serve o contador CT55	50
Figura 7.7 – local de corte da tubagem que serve o contador CT55	50
Figura 7.8 – momento da descoberta da inclusão subterrânea da tubagem que actualmente serve o contador CT65	50
Figuras 7.9 – Imagem do contador geral das linhas 1 e 4 do enchimento	51
Figuras 7.10 – Imagem do contador geral das linhas 1 e 4 do enchimento	51
Figura 7.11 – Evolução dos Inputs e Consumos respectivos entre Janeiro de 2008 e Junho de 2009	54
Figura 7.12 – Quantidade de água subterrânea extraída (Jan 2008 – Jun 2009)	54

Figura 7.13 – Quantidade de água subterrânea extraída comparada com os valores máximos admissíveis (Jan. 2008 – Jun. 2009)	55
Figura 7.14 - Controlo da extracção de água subterrânea (Abr. 2008 – Jun. 2009)	55
Figura 7.15 – Registo visual do solo junto a um dos furos	56
Figura 7.16 – Registo visual do solo junto a um dos furos	56
Figura 7.17 – Registo visual do solo junto a um dos furos	56
Figura 7.18 – evolução do consumo na secção de enchimento dos barris (Jan2008 – Jun2009).	57
Figura 7.19 – evolução do consumo na secção de enchimento de refrigerantes (Jan2008 – Jun2009).	59
Figura 7.20 – evolução do consumo e produção de água recuperada	61
Figura 7.21 – Peso relativo dos maiores consumidores no enchimento de garrafas	61
Figura 7.22 – evolução do consumo na secção de bombas de vácuo e esguichos das linhas 1 a 6	62
Figura 7.23 – Peso relativo de esguichos e bombas de vácuo no consumo do enchimento de garrafas	62
Figura 7.24 – Consumo, em m ³ , do processo de fabrico de malte	63
Figura 7.25 – Distribuição de consumos na malteria	64
Figura 7.26 – Volumes gastos na produção de mosto	66
Figura 7.27 – Comparação entre CT25-CT38 e volume de água para a produção de mosto	66
Figura 7.28 – Peso dos sistemas de limpeza e centrifugação no consumo global das adegas	68
Figura 7.29 – % do volume de diluição no gasto global da filtração	69
Figura 7.30 – Intervalo potencial de intercepção de águas pluviais	71
Figura II – Fotografia aérea da fábrica de Vialonga extraída do Google Earth	iii
Figura IV: Macro fluxo de água da fábrica de Vialonga	v
Figura V.I – Micro fluxo preliminar da Brassagem	vi
Figura V.II – Micro fluxo preliminar das Adegas (Fermentação, maturação e Guarda)	vi
Figuras V.III – Micro fluxo preliminar de água da secção do enchimento	vii
Figuras V.IV – Micro fluxo preliminar de água da secção do enchimento	vii
Figuras V.V – Micro fluxo preliminar de água da secção do enchimento	vii
Figura V.VI – Micro fluxo preliminar de água da malteria	viii
Figura V.VII – Micro fluxo preliminar de água da filtração	viii
Figura VI.I – Diagrama de fluxos da água EPAL	xx
Figura VI.II – Diagrama de fluxos da rede EPAL + Furos	xxi

Lista de Abreviaturas

BREF – Best Available Technique's Reference Documents

CBO5 – Carência Bioquímica de Oxigênio de 5 dias

CIP – Cleaning in place

CQO – Carência Química de Oxigênio

DL – Decreto-Lei

FMD – Food, Milk and Drink's

INAG – Instituto Nacional da Água

ISA – Instituto Superior de Agronomia

LA – Licença Ambiental

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MAOT – Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território

MTD – Melhores tecnologias disponíveis

PCIP – Prevenção e Controlo Integrado da Poluição

PCRA – Programa de Conservação e Reutilização da Água

SCC – Sociedade Central de Cervejas e Bebidas SA

SD – Sólidos dissolvidos

SDT – Sólidos dissolvidos totais

SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

SS – Sólidos suspensos

SST – Sólidos suspensos totais

VMA – Valor máximo admissível

VMR – Valor máximo recomendável

1 Introdução

1.1 Enquadramento e Oportunidade do Tema

A água é uma substância essencial à existência da vida na Terra. Embora $\frac{3}{4}$ da superfície do planeta esteja coberto por água, menos de 1% se encontra disponível para captação.

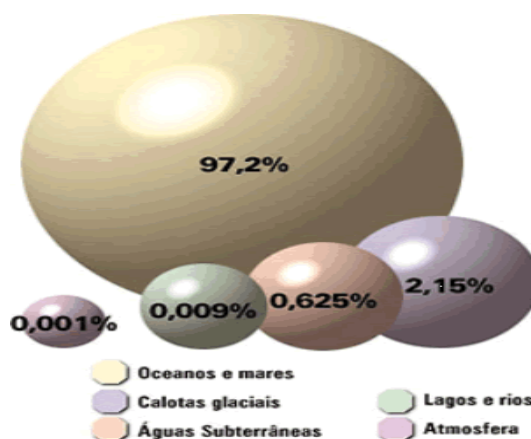


Figura 1.1- Distribuição de água no planeta

Fonte: <http://www.iepa.ap.gov.br/pnpg/Oficinas/Qualidade%20de%20Agua/figura/agua4.gif>

Factos relacionados com o consumo da água, tais como o crescimento exponencial da população mundial verificada particularmente ao longo do século XX, associado à crescente industrialização mundial, catapultaram a problemática da escassez e poluição da água particularmente ao nível dos grandes centros urbanos.

A Europa, comparada a outras regiões do mundo, apresenta um vasto leque de origens de água cuja distribuição é considerada uma necessidade básica. Contudo, esta possibilidade tem vindo a ser ameaçada devido ao crescente stress hídrico, provocado não só pela sua escassez mas também pela deterioração da qualidade da água (1).

Para a Indústria, esta realidade tem vindo a ser encarada como um desafio. Sendo o sector industrial um importante consumidor de água, é necessário criar estratégias de consumo eficiente e racional de forma a garantir o desenvolvimento sustentável do sector, sem nunca comprometer a qualidade do produto final. Cada vez mais estas estratégias passam por tornar mais eficiente o uso da água fresca, racionalizando o consumo da mesma e simultaneamente reduzindo a geração de águas residuais. De forma a se identificar oportunidades de redução nos consumos de água, torna-se essencial saber onde, como e porquê a água é utilizada (2).

O controlo de poluição das águas poderá ser levado a cabo através da redução do volume e carga das águas residuais, através de técnicas processuais como a eliminação ou diminuição da concentração de certos poluentes, da recirculação ou reutilização de água ou por tratamentos de fim de linha, i.e., tratamento de águas residuais, ou uma combinação de ambos (3). Desta forma, a implementação de um programa de gestão e conservação da água, pelas empresas, permitirá obter

conjunções de melhoria quer se trate de uma simples optimização do processo produtivo, quer através da implementação de metodologias adequadas fazendo uso das MTD a fim de tornar mais eficaz o uso da água.

Dentro da temática do desenvolvimento sustentável existem algumas técnicas que se podem considerar eficazes tais como a recarga de aquíferos, dessalinização de água do mar, recuperação de águas residuais e recolha de águas pluviais (4).

As águas pluviais têm sido usadas essencialmente para fins não potáveis tais como, descarga de sanitários ou para efeitos de rega, reduzindo-se desta forma o consumo de água de abastecimento público. Sendo a água na Indústria usada em vários sectores como uma matéria-prima importante, a recolha de águas pluviais apresenta-se como uma escolha viável, não só por nas indústrias se dispor de grandes áreas de intercepção mas também uma enorme panóplia de índices de qualidade de água exigidos para a produção (5).

Este trabalho surge no seguimento de um estágio efectuado na Sociedade Central de Cervejas e Bebidas SA, a qual sendo uma unidade industrial do sector alimentar (bebidas) tem como sua principal matéria-prima a água. Neste tipo de indústria o consumo de água é variável, estando dependente de vários factores tais como as tecnologias implementadas, idade da fábrica, aspectos operacionais, etc. No entanto, as quantidades consumidas são sempre elevadas e, em geral também, de água de qualidade elevada (6). Sendo a água a sua principal matéria-prima, a implementação de um programa de gestão e conservação da água surge como uma estratégia fundamental para a sustentabilidade futura do sector.

Segundo a LA nº 40 de 2008 emitida ao abrigo do DL nº194/2000 relativo à PCIP para a SCC: “a actividade deve ser operada tendo em atenção as MTD que englobam medidas de carácter geral, medidas ao longo do processo produtivo e no tratamento de fim-de-linha, designadamente em termos da racionalização dos consumos de água (...) e minimização das emissões para os diferentes meios” (7).

1.2 Objectivos

A aplicação de boas práticas aliadas às melhores tecnologias disponíveis que permitam melhorar a eficiência do uso da água caracterizam um plano de conservação da água.

Tendo a indústria cervejeira um vasto peso económico e cultural em toda a Europa e, por outro lado, um enorme peso no consumo dos recursos hídricos, é importante delinear estratégias que permitam assegurar o seu desenvolvimento sustentável.

Este trabalho surge como um contributo para a sustentabilidade do sector cervejeiro traduzido pela elaboração de uma proposta de um leque de acções conducentes a um uso mais eficiente da água. Para tal foi feita uma avaliação técnica preliminar e uma avaliação da carência e oferta de água

de forma a possibilitar propostas de minimização do consumo de água nos processos industriais. Foi também efectuada uma hierarquização dos fluxos de efluentes dos vários sectores da indústria com vista a sua reutilização, baseada em tratamentos intermédios, e também a minimização das descargas de efluentes no meio receptor natural. Foram estes o objectivo e o enfoque principal desta dissertação.

1.3 Estrutura da Dissertação

Este trabalho é composto por duas partes distintas: a primeira refere-se à revisão bibliográfica que suporta este trabalho e a segunda deriva das actividades desenvolvidas no decorrer do estágio profissional já referido.

A revisão bibliográfica integra quatro capítulos, abrangendo os seguintes temas:

- A problemática da água: neste capítulo são referidas as várias funções da água no mundo e na indústria. Aborda-se a problemática da escassez da água no mundo e a importância do desenvolvimento de estratégias de conservação e optimização do uso da água. Este capítulo terminará com a legislação e normas aplicáveis ao uso da água.
- Metodologia para a implementação de um Plano de Conservação e Reutilização de água: são abordados os vários passos que integram essa metodologia nomeadamente a avaliação da oferta e carência de água, de forma a desenvolver estratégias e identificar fluxos para possíveis reutilizações. É também aqui abordada a oportunidade de aproveitamento das águas pluviais para uso Industrial.
- Técnicas de tratamento: é aqui descrita de forma sumária os tratamentos disponíveis para a recuperação de efluente para reutilização.
- Industria Cervejeira: Neste ponto é efectuada a ponte entre revisão bibliográfica e a parte prática do trabalho, descrevendo nomeadamente o papel da água nesta indústria específica.

Na segunda parte do trabalho são descritos os materiais e métodos usados no decorrer das actividades desenvolvidas na Industria Cervejeira, apresentando-se uma serie de resultados de forma a tentar identificar os gastos nesta indústria. Posteriormente, apresentam-se propostas de tratamento de efluentes reutilizáveis sendo efectuada ainda uma ligeira análise económica contabilizando os ganhos obtidos com a implementação das propostas.

Esta dissertação termina com as conclusões obtidas.

2 A problemática da água

2.1 A água e o mundo

A razão procura/oferta relativa à água tem vindo a aumentar de forma exponencial. A crescente procura, comparativamente à oferta cada vez menor, de água doce tem sido tema importante para a sociedade em geral.

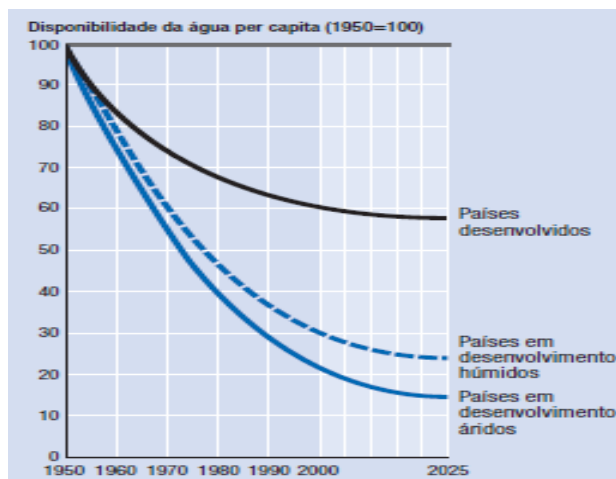


Figura 2.1 – Disponibilidade da água em declínio

Fonte: PNUD, *Relatório do desenvolvimento Humano 2006*

2.1.1 Disponibilidade

Verifica-se que a distribuição de água não é igual em todo o mundo. O problema da carência de água tem maior impacto em África e no continente asiático, no entanto, este problema afecta já o desenvolvimento industrial e socioeconómico em outras partes do mundo, incluindo China, Índia e Indonésia (8).

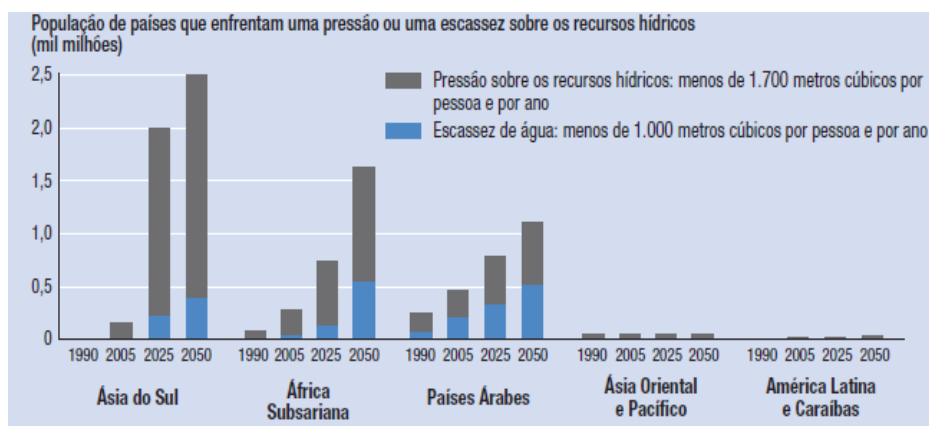


Figura 2.2 – Pressão sobre os recursos hídricos

Fonte: PNUD, *Relatório do desenvolvimento Humano 2006*

Quando se fala em escassez da água, esta situação pode ser definida quando a disponibilidade da água numa dada região ou país está abaixo dos 1000 m³ por ano, por pessoa. No

entanto existem já regiões onde os valores se encontram abaixo dos 500 m³ por ano, por pessoa, o que pode ser considerada como escassez severa de água (9).

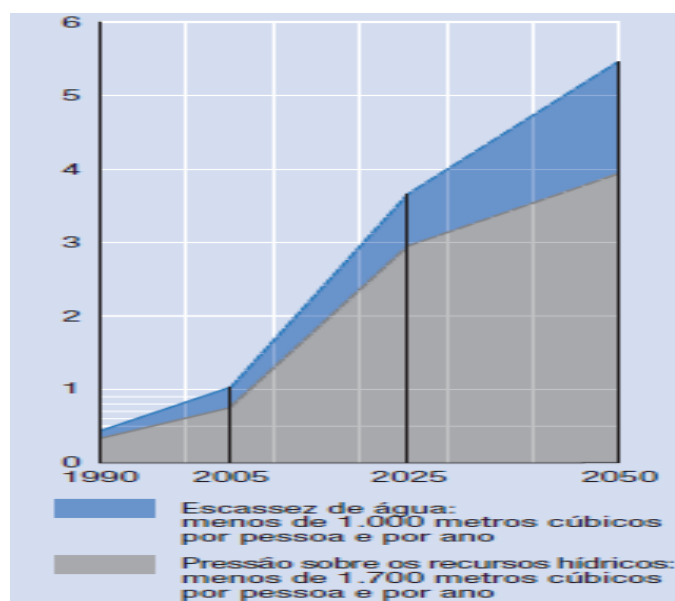


Figura 2.3 – Pessoas atingidas pela pressão ou escassez sobre os recursos hídricos (mil milhões)

Fonte: PNUD, *Relatório do desenvolvimento Humano 2006*

2.1.2 Funções

De acordo com o historial do uso da água, o Homem faz uso da água principalmente para a agricultura. Civilizações tais como a Egípcia, Chinesa, Mesopotâmica e Indiana fixaram-se junto aos cursos de água para usarem estes para efeitos agrícolas. Nos dias de hoje, a agricultura continua a ser a maior consumidora de água na maior parte das regiões do mundo. Contudo, tem-se verificado desde o início do século XX que o consumo de água, quer a nível doméstico, quer industrial tem vindo a aumentar (10). Esta tendência é mais notória nos países desenvolvidos, onde a água para fins industriais iguala a água para fins agrícolas.

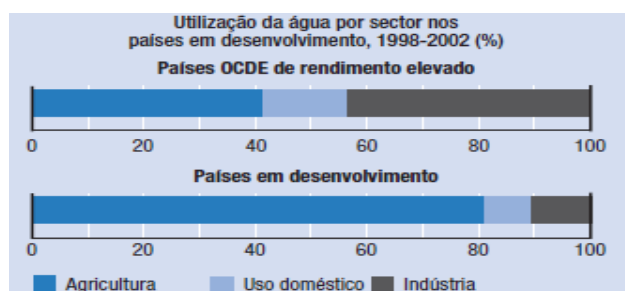


Figura 2.4 – Utilização da água no mundo

Fonte: PNUD, *Relatório do desenvolvimento Humano 2006*

2.2 A água e a indústria

A água desempenha uma função essencial ao exercício de qualquer unidade industrial. Como tal poderá apresentar-se como um factor limitante ao desenvolvimento industrial mesmo em regiões onde a água é um recurso abundante (5).

Como indicado no ponto 2.1.2. a distribuição do consumo de água varia conforme o nível de desenvolvimento económico do país. Segundo dados da UNESCO, 22% do total da água consumida em todo o mundo serve o sector industrial, sendo o maior consumidor com 70% do total de água consumida, a agricultura. Comparando os dados da UNESCO relativos aos países desenvolvidos e aos países com baixo ou médio nível de desenvolvimento podemos constatar que a distribuição dos consumos de água destinados ao sector industrial pode chegar a uma diferença de 40% para os países desenvolvidos relativamente aos restantes (figura 2.5)

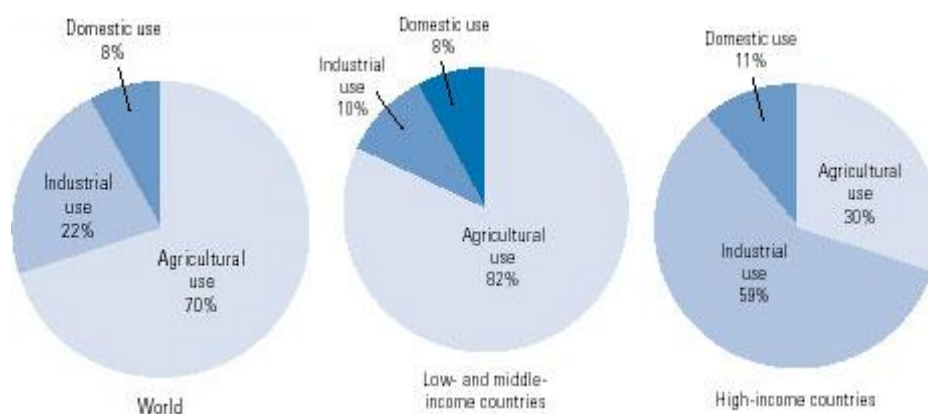


Figura 2.5 – Comparação das distribuições de água no mundo

Fonte: http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/water_industry.shtml

A UNESCO estima que o volume gasto pelo sector industrial irá aumentar de 752 Km³/ano (dados de 1995) para cerca de 1170 km³/ano em 2025 (24% da água fresca extraída em todo o mundo). Estas previsões, aliadas à limitação das reservas de água doce do planeta e às restrições necessárias que têm vindo a ser impostas, “de forma a racionalizar o uso dos recursos hídricos e mitigar os impactos negativos relativos à geração de efluentes” (11), sugerem a necessidade de criar práticas conservacionistas, tornando mais eficiente o uso da água pelo sector industrial. A reutilização e reciclagem de água possibilitam a maximização do uso eficiente da água sem necessidade de grande investimento de capitais, possibilitando também uma redução dos gastos capitais na aquisição, captação e tratamento da água por parte do sector industrial.

2.2.1 Tipos de uso da água

As actividades desenvolvidas por uma unidade industrial, assim como o ramo da indústria, determinam os tipos de uso de água, tanto quantitativamente como qualitativamente.

Segundo Sautchuk *et al.*, as principais aplicações de água numa indústria são as seguintes:

- Consumo Humano: utilizada em casas de banho, cozinhas e refeitórios, equipamentos de segurança e quaisquer outras actividades domésticas.
- Matéria-prima: quando ocorre incorporação de água no produto final como são exemplo as indústrias cervejeiras e de refrigerantes. Também pode ser matéria-prima quando a água é utilizada para obtenção de outros produtos, por exemplo, a obtenção de hidrogénio pela electrólise da água
- Geração de energia: transformação da energia cinética, potencial ou térmica, existente na água, em energia mecânica, para posteriormente ser transformada em energia eléctrica.
- Fluido térmico: utilização da água como fluido para permuta de energia calorífica, quer se trate de aquecimento como arrefecimento (exemplo: torres de arrefecimento)
- Outros usos: utilização da água para rega, combate a incêndios ou incorporação em subprodutos gerados nos processos industriais.

2.2.2 Índices de qualidade da água

O índice de qualidade da água requerida por uma indústria varia consoante o sector de actividade e o fim a que se destina. Numa mesma indústria poderão ser necessários diversos índices de qualidade para diferentes processos (12).

Estes índices de qualidade variam consoante as suas características físicas, químicas, microbiológicas e radioactivas (11):

- Consumo humano: água que cumpre as características impostas pelo decreto de lei (DL) nº 236/98 de 1 de Agosto. Este DL estipula os esquemas tipo de tratamento e normas de qualidade para água de consumo humano.
- Matéria-prima: o índice de qualidade neste ponto poderá variar consoante o produto e o fim a que se destina. A qualidade poderá ser igual ou mesmo superior à água para consumo humano de forma a garantir a qualidade final do produto e a protecção do consumidor.
- Geração de energia: aqui os índices de qualidade também são variáveis. Para aproveitamentos de energia cinética e/ou potencial poderá ser usada no seu estado bruto. No aproveitamento da sua energia térmica, o índice de qualidade, deverá ser elevado de forma a preservar o bom estado dos equipamentos envolvidos (exemplo: geradores de vapor).
- Fluido térmico: comparativamente à geração de energia, a água neste tipo de processo deverá manter índices de qualidade elevados de forma a proteger a vida útil dos equipamentos envolvidos (exemplos: permutadores de calor, torres de arrefecimento).

2.3 Conservação, reutilização e reciclagem da água

Como já fora referido, a crescente preocupação referente às reservas de água doce do nosso planeta têm impellido a necessidade de tornar mais eficiente o uso da água.

Práticas conservacionistas têm vindo a tomar uma importância cada vez maior por todo o mundo. Estas práticas consistem numa melhor gestão do uso da água, apostando na utilização de fontes alternativas de água e na redução dos volumes de água captados. De entre estas práticas, destaca-se a filosofia “3R” – Reduzir, Reutilizar e Reciclar – que conjuntamente à aplicação das MTD conduzem a excelentes resultados. A filosofia “3R” acarreta certos condicionalismos que só quando aplicados permitem o sucesso desta filosofia. Estes condicionalismos passam por práticas e tecnologias aplicadas por profissionais, de forma a garantir o correcto desempenho dos processos, preservar a vida útil dos equipamentos e saúde dos utilizadores. (13)

A selecção de água a recuperar requer um estudo específico de forma a garantir a qualidade exigida para o fim desejado. Independentemente do fim específico a que se propõe, a reutilização de água está sempre associado a um controlo físico, químico e microbiológico. Desta forma, é importante monitorizar a qualidade na fonte geradora, o tratamento aplicado e a fiabilidade dos sistemas de distribuição. Para se garantir que a qualidade pretendida até a água ser utilizada para a finalidade prevista, é muito importante tanto o projecto dos sistemas de distribuição como os métodos de operação dos sistemas de recuperação e tratamento.

Na fixação dos critérios de qualidade da água atende-se a alguns aspectos fundamentais, tais como (14):

- Saúde Pública: a água reutilizada deverá apresentar padrões de segurança para o uso pretendido sendo que a preocupação principal centra-se na segurança da saúde pública e nas características microbiológicas da água.
- Requisitos do uso: as propriedades físico-químicas e microbiológicas podem limitar a aprovação do processo de reutilização/reciclagem da água. Quando destinada a rega devem ser considerados os efeitos dos constituintes da água recuperada/reciclada nas culturas, solos e aquíferos.
- Aspectos ambientais: a aplicabilidade da água recuperada/reciclada não deverá afectar nem a fauna nem a flora vizinha à fronteira da área receptora.
- Aspectos estéticos: para efeitos mais nobres tais como descarga de sanitários a aparência e odor da água são aspectos importantes.
- Aceitação da população e/ou utilizador: a segurança e aceitabilidade da água recuperada para o uso pretendido deverá ser clara e defendida aguerridamente pelos órgãos gestores como uma garantia.

Apesar de todos os condicionalismos inerentes ao processo de reutilização de água, estes processos têm merecido especial atenção por todos os benefícios que acarretam, benefícios estes de ordem ambiental, económica e também social (11) (12):

- Benefícios Ambientais:
 - Redução de efluentes para o meio receptor natural

- Redução da captação de águas superficiais e subterrâneas
- Aumento da disponibilidade de água, de melhor qualidade, para usos de maior exigência
- Benefícios Económicos:
 - Concordância ambiental com os padrões e normas ambientais estabelecidos
 - Mudança de padrões produtivos e de consumo
 - Redução dos custos de produção
 - Aumento da competitividade do sector
- Benefícios Sociais:
 - Oportunidade de negócio para empresas fornecedoras de serviços e equipamentos
 - Ampliação na geração de empregos directos e indirectos
 - Melhoria da imagem do sector produtivo junto da opinião pública, com o reconhecimento de empresas socialmente responsáveis.

2.4 Legislação e normas aplicáveis

O fornecimento de água é um serviço público fundamental, essencial e vital ao ser Humano. A cada vez maior procura deste bem precioso, tem induzido a busca de fontes alternativas. Nos dias de hoje o Homem não recorre só à extracção de águas superficiais mas também tem desenvolvido técnicas de prospecção e captação de águas subterrâneas.

Questões relacionadas com a sobre-exploração dos recursos hídricos e o agravamento crescente dos índices de poluição nos meios aquáticos, impelem a necessidade de gerar formas de manter um equilíbrio no binómio exploração/meio ambiente. Uma das formas de se manter uma relação de equilíbrio entre as actividades humanas e o meio ambiente é através da criação de normas que regulem essas actividades.

Portugal, como Estado Membro da União Europeia (EU), encontra-se não só abrangido por Legislação interna como também por normas e directivas estabelecidas pelo Parlamento Europeu e do Conselho.

Neste capítulo serão apresentados as directivas comunitárias e Leis nacionais que regulamentam a actividade industrial no âmbito do uso da água e protecção do meio ambiente.

A 1 de Setembro de 2000 foi instituído em Portugal, em resposta a compromissos da EU (Directiva IPPC – 96/61/CE de 24 de Setembro) o DL nº 194/2000, de 21 de Agosto, relativo à Prevenção e Controlo Integrado da Poluição (Diploma PCIP). Este diploma institui a sujeição das empresas a Licenciamento ambiental (art.1 nº2) e sugere a aplicação das MTD nas mesmas (art. 9 e 10). Consequentemente, gera-se a Comissão Consultiva para a PCIP que acompanha a aplicação das MTD por sector (art.7). Cabe à comissão organizar o intercâmbio de informações entre Estados Membros e Industrias acerca das MTD e medidas de monitorização associadas. Esta informação é publicada a cada 3 anos em documentos, divididos por sectores, designados por BREF's (15).

No mesmo período (entre Agosto de 2000 e Agosto de 2001), desenvolveu-se um estudo elaborado pelo LNEC e apoiado pelo ISA, promovido pelo INAG do MAOT, que visa a realização do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 113/2005, de 30 de Junho. O estudo visou avaliar o nível de eficiência do uso da água em Portugal, pelos sectores urbano, agrícola e industrial propondo, *à posteriori*, medidas de melhoria do uso da água, apontando como principais vantagens adicionais a redução da emissão de águas residuais e gastos energéticos associados (12).

Em 23 de Outubro de 2000 surge a Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. Esta directiva tem por objectivo “estabelecer um enquadramento para a protecção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas, que”: (16):

- a) Promova o consumo sustentável
- b) Vise a redução/cessação de descargas, emissões e perdas de substâncias prioritárias
- c) Proteja as águas subterrâneas
- d) Mitigue os efeitos de inundações e secas
- e) Restrinja a degradação e melhore os ecossistemas aquáticos e todos os dependentes no que respeita às necessidades de água

Nesta directiva é estabelecido um quadro de acções no domínio da política da água, baseada em acções de monitorização e VLE estabelecidos em directivas anteriores.

A 29 de Dezembro de 2005 surge a Lei nº58/2005 – Lei da Água. “A lei da Água transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva nº2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas” (17)

Com o objectivo de reforçar e complementar a Lei da Água surge o DL nº226-A/2007, de 31 de Maio. Este DL visa corresponder que a reformulação do regime da utilização dos recursos hídricos imposta pela Lei da Água seja complementada pela aprovação de um novo regime de utilizações dos recursos hídricos e atribuição de títulos exploratórios. Até à data, não existia um inventário actualizado das utilizações existentes dos recursos hídricos, pelo que neste DL é então imposto a criação do Sistema Nacional de Informação dos Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos, gerido pelo Instituto da Água (18).

Adicionalmente, o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais 2007 – 2013 (PEAASAR II) aprovado pelo Despacho n.º 2339/2007, de 14 de Fevereiro, relaciona o equilíbrio da oferta e da procura com o recurso à gestão da procura, ao uso eficiente de água, do aumento da reutilização e da exploração de fontes alternativas como uma forma estratégica para a consagração dos principais objectivos do mesmo (19).

As actividades industriais encontram-se sujeitas recentemente a um novo regime de exercício estabelecido no DL nº209/2008, de 29 de Outubro. Este entrou em vigor a 27 de Janeiro de 2009.

Com a entrada em vigor do novo Regime de Exercício da Actividade Industrial (REAI), foram revogados o DL nº69/2003, de 10 de Abril, o DL nº183/2007, de 9 de Maio e os restantes diplomas regulamentares.

O REAI encontra-se integrado no novo Programa SIMPLEX do Governo e pretende simplificar o processo de Licenciamento Industrial. A pretensão deste diploma será “prevenir os riscos e inconvenientes resultantes da exploração dos estabelecimentos industriais, visando salvaguardar a saúde pública (...), a higiene e segurança dos locais de trabalho, a qualidade do ambiente (...), num quadro de desenvolvimento sustentável e de responsabilidade das empresas” (20).

No presente diploma são definidos em 3 tipos de estabelecimentos industriais:

- 1) Tipo I: envolvem risco elevado logo encontram-se sujeitos a, pelo menos, um dos seguintes regimes jurídicos:
 - i) AIA
 - ii) PCIP
 - iii) Prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas
 - iv) Operação de gestão de resíduos perigosos
- 2) Tipo II: menor risco ambiental e média dimensão. Os estabelecimentos deste tipo passam a ficar unicamente sujeitos a regime de declaração prévia
- 3) Tipo III: empresas com até 15 funcionários e limitada, potencia térmica e potencia eléctrica contratada. A estas empresas aplica-se o regime de registo.

3 Metodologia para a implementação de um Programa de Conservação e Reutilização da Água

O desenvolvimento de acções técnicas com o propósito de otimizar o consumo de água, numa dada instalação industrial, requer um conhecimento aprofundado de como, onde e porquê a água é utilizada. Este conhecimento pleno do uso da água requer não só o levantamento quantitativo mas também qualitativo da água utilizada em qualquer um dos processos unitários em que esta é fundamental.

A realização de um diagnóstico ao uso eficiente da água permite, em primeira mão, determinar o valor mínimo necessário de volume de água para cada operação unitária, sem comprometer o correcto desempenho dessas actividades.

Após optimização do consumo por operação unitária, procede-se à avaliação de possíveis reutilizações de efluentes gerados em processos passíveis de utilizar uma água de menor qualidade.

A figura 3.1, representa um esquema a seguir na implementação de um Programa de Conservação e Reutilização de Água, contemplando uma metodologia lógica para a caracterização das actividades, processos industriais e proposta de acções para tornar mais eficiente o uso da água.

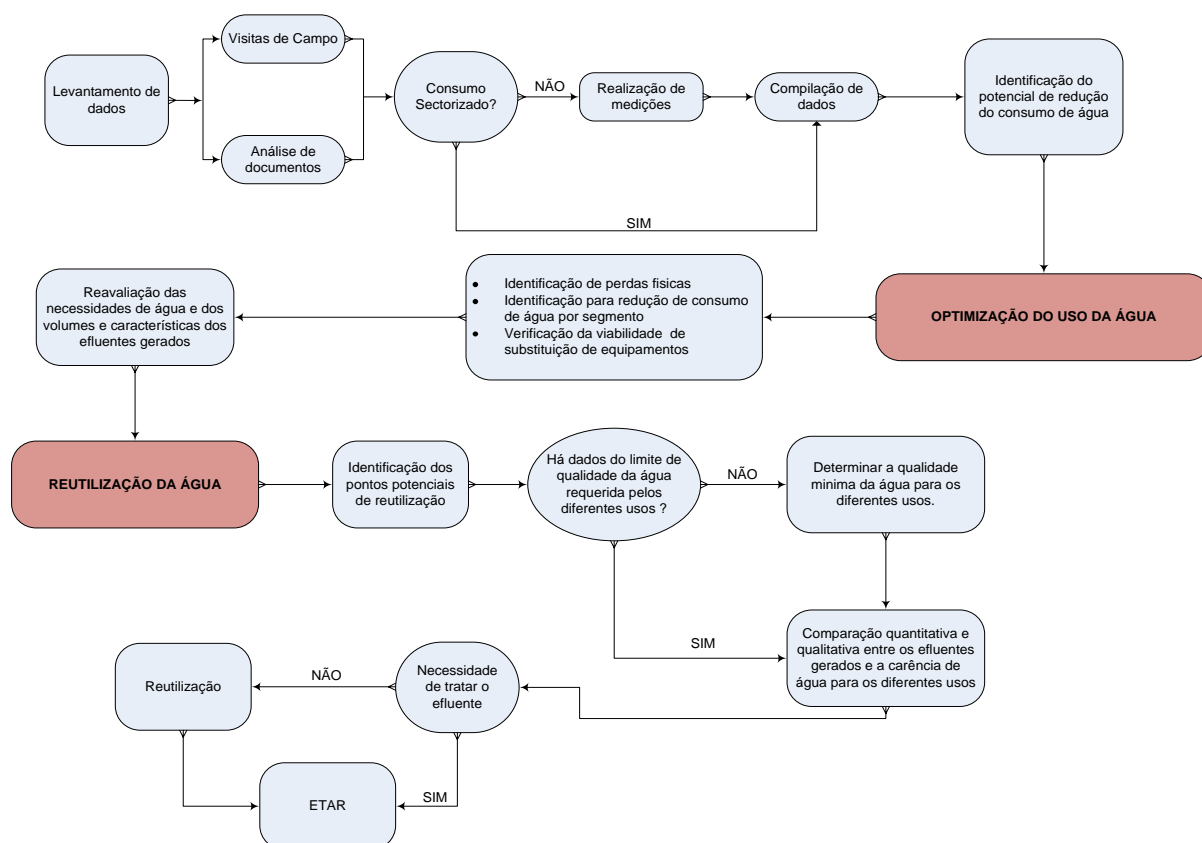


Figura 3.1 – Diagrama para o desenvolvimento de um PCRA

Adaptado de Hespanhol, I. *et al.* (21)

Sautchúk, *et al.*, (11) defende que a implementação de um Programa de Conservação e Reutilização de água deverá passar pelas etapas descritas no quadro 3.1:

Quadro 3.1 – Etapas de implementação de um PCRA.

	Etapas	Principais actividades
1	Avaliação técnica preliminar	<ul style="list-style-type: none"> Análise documental Levantamento de campo
2	Avaliação das necessidades de água	<ul style="list-style-type: none"> Análise de perdas físicas Análise de desperdício Identificação dos diferentes níveis de qualidade da água
3	Avaliação da oferta de água	<ul style="list-style-type: none"> Concessionários Captação directa Águas pluviais Reutilização de efluentes Águas subterrâneas
4	Estudo de viabilidade técnica e económica	<ul style="list-style-type: none"> Montagem da matriz de soluções Análise técnica e económica
5	Detalhes técnicos	<ul style="list-style-type: none"> Especificações técnicas Detalhes técnicos
6	Sistemas de Gestão	<ul style="list-style-type: none"> Plano de monitorização dos consumos de água Plano de atribuição de competências a gestores e utilizadores Rotinas de manutenção Procedimentos específicos

Metcalf e Eddy defendem que um programa de reutilização de água deverá seguir os seguintes termos (22):

- a) Avaliação das necessidades de tratamento e eliminação de águas residuais
- b) Avaliação das necessidades e ofertas de água
- c) Avaliação dos benefícios da reutilização de água face às necessidades avaliadas
- d) Análise do mercado de água recuperada
- e) Análise técnica e económica de alternativas
- f) Plano de implementação com análise financeira
- g) Programa de informação pública

Como se verifica, existem variâncias relativas aos três exemplos apresentados embora exista cruzamento de conteúdos. Não se poderá afirmar que uma metodologia é mais indicada do que outra, apenas que os caminhos a percorrer diferem.

Para a realização deste trabalho, as linhas de orientação seguidas correspondem à metodologia de Sautchúk, *et al.*, pelo que será esta a metodologia descrita nos próximos subcapítulos.

3.1 Avaliação técnica preliminar

Esta fase inicial consiste na angariação de dados que permitam identificar, caracterizar e quantificar o uso da água na indústria. Esta etapa é composta das seguintes actividades:

- Análise documental
- Levantamento de dados de campo
- Compilação de dados

3.1.1 Análise documental

Para se dar início ao estudo da água, numa dada indústria, é necessário efectuar uma análise a certos documentos. Esta análise apresenta um senão pois é necessário recorrer a fontes dispersas pelo que deverá ser definida, antecipadamente, a informação a recolher. A informação a constar nesta documentação deverá ser então a seguinte:

- Características da produção industrial
- Produtos gerados
- Informações sobre consumos de água por sector
- Plantas dos edifícios (ex: cadastro da rede de distribuição de água)
- Fluxogramas dos processos
- Análises dos efluentes geridos por secção
- Índices de qualidade por secção e/ou processo

A fiabilidade da informação recolhida deverá ser posteriormente conferida. Existem situações em que, devido mormente à idade da instalação fabril, constata-se que a informação recolhida encontra-se muitas vezes desactualizada e, por vezes, incoerente. Isto passa-se particularmente a

nível de desenhos técnicos cuja actualização é muitas vezes descurada. Outra situação adversa passa pela inexistência da informação pretendida, com o nível de detalhe exigido. (23)

3.1.2 Levantamento de dados de campo

A validação dos documentos recolhidos na etapa anterior só é possível com a verificação “*in situ*”. Este levantamento de campo possibilita, também, recolher informações que não estejam documentadas.

A realização de uma “checklist” para cada um dos responsáveis de cada sector, com o intuito de identificar os processos de utilização da água no sector correspondente, é um outro passo importante. Em alternativa sugere-se a realização de entrevistas com os mesmos responsáveis.

Apenas durante uma análise presencial dos processos poderão ser verificadas as tarefas desenvolvidas pelos operários, procedimentos e vicissitudes passíveis de fazer variar os consumos por sector. É desejável que estas visitas sejam acompanhadas pelos respectivos responsáveis directos das áreas a fim de se obter informações específicas que, na sua maioria, não se encontram documentadas.

É também importante listar os equipamentos, processos e actividades usuárias de água assim como o respectivo período de funcionamento, as quantidades e qualidades requeridas.

A quantificação dos fluxos de água só é possível se existirem contadores, pelo que, é necessário identifica-los e aferir da sua calibração. (24)

Segundo Duarte, E., “o ponto de partida para muitos estudos deve passar pela análise do cadastro de redes actuais da água onde todos os processos são alimentados com água fresca...” (25). Através da validação do cadastro da rede de distribuição de água, da validação de contadores e cruzamento com a documentação disponível, é possível efectuar comparações de consumo com actividades similares, ressaltar diferenças e tentar encontrar justificações. Outro aspecto importante é a possibilidade de identificar possíveis perdas de água.

3.1.3 Compilação dos dados obtidos

A compilação dos dados obtidos em 3.1.1 e 3.1.2 é um passo importante para a avaliação de água na Indústria.

Como organizar a informação poderá ser a principal questão que se coloca. O método mais lógico será a organização dos dados inicialmente de forma mais geral, com menos detalhe, através da definição de macro fluxos de água, passando, *a posteriori*, para um nível de maior detalhe definindo micro fluxos de água e sectorizando os mesmos consumos.

Macro fluxos de água

A organização da informação em macro fluxos de água favorece a percepção do trajecto da água através da unidade industrial, desde as fontes abastecedoras até ao seu destino final.

O nível de detalhe deste tipo de fluxo é relativamente baixo uma vez que não se encontram descritos os consumos nos processos produtivos.

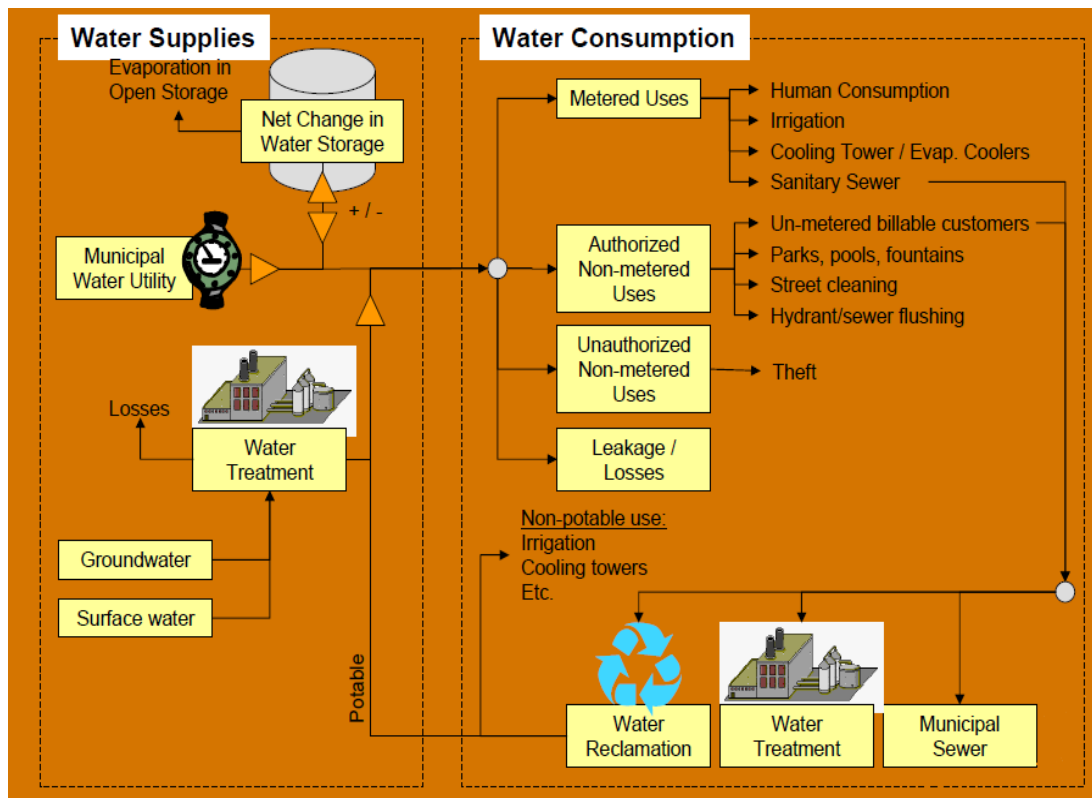


Figura 3.2 – Exemplo de um diagrama de macro fluxo de água numa indústria

Adaptado de Chvala, et al. (24)

Micro fluxos de água

Aumentando a complexidade dos fluxos de água obtêm-se os designados micro fluxos de água. Ao contrário do que se verifica nos macro fluxos de água, estes focalizam já os sectores produtivos da unidade fabril, abrangendo as actividades e processos, pontos de consumo, localização de perdas detectadas, fluxos de afluentes e efluentes dos diversos sectores e respectivo balanço de entradas e saídas.

Sectorização de consumos

A partir dos micro fluxos de água poder-se-á sectorizar os consumos de água aumentando os níveis de complexidade e informação. Esta compilação de dados, com alto nível de detalhe, permite monitorizar e controlar os consumos por secção, ou seja, neste ponto “divide-se” a planta industrial por áreas ou sectores, caracterizando-se os inputs e outputs por secção, em quantidade e qualidade.

3.2 Avaliação das necessidades de água

Nesta fase avaliativa são identificadas as diferentes necessidades de água e poderão ser apontadas algumas medidas para otimizar os consumos, minimizar efluentes e restringir o número de perdas e desperdícios. Esta identificação, só será possível através da identificação dessas mesmas perdas, de uma análise cuidada dos processos e equipamentos e cruzamento dos mesmos dados com os índices de qualidade requerida.

3.2.1 Perdas e desperdício

Com a sectorização dos consumos e acompanhamento dos processos produtivos poder-se-á verificar se algum consumo considerado significativo está relacionado com algum género de perda e/ou desperdício. Estas perdas e/ou desperdícios podem estar ligadas a três aspectos principais:

- Vazamentos – por exemplo, roturas em tubagens, reservatórios e equipamentos.
- Mau desempenho dos sistema – por exemplo, um sistema de recuperação de água mal projectado.
- Negligencia do operador – por exemplo, uma mangueira deixada “a correr” durante um processo de lavagem.

Estas situações, quando identificadas, poderão ser vistas como oportunidades de “poupança de água” sem grande investimento de capital.

Após identificação das perdas e desperdícios, deverá ser efectuada uma análise a cada um dos processos e equipamentos usuários de água.

3.2.2 Processos e equipamentos

Como indicado em 3.1.2, é necessário questionar os responsáveis do “*modus operandis*” da secção a seu cargo. Deverá ser questionado também a existência de rotinas e procedimentos existentes. Este levantamento deverá ser aliado aos dados detalhados de qualidade e quantidade requerida por processo e aos equipamentos, sistemas e utilizadores envolvidos.

A classificação dos usos pode variar consoante a indústria em estudo cabendo ao responsável pelo estudo definir a mesma classificação. A classificação poderá ser atribuída consoante o tipo de uso ou consoante o tipo de processo.

A organização gráfica dos dados facilita a análise dos mesmos, identificando mais facilmente as áreas com maior potencial para intervenção e definição de fronteiras de estudo. Naturalmente, as áreas de maior consumo apresentam maior potencial de intervenção, sendo sobre estas que deverá ser direccionado o estudo

3.2.3 Índices de qualidade requerida

A partir dos dados recolhidos na avaliação técnica preliminar poderão ser comparados os inputs referentes aos processos e equipamentos e averiguar se a qualidade da água utilizada iguala a requerida.

3.2.4 Compilação dos dados

Como principal produto final desta fase avaliativa podemos reconhecer as necessidades reais de água devidamente caracterizada, bem como os pontos de intervenção de maior potencial, para uma optimização dos consumos. Podemos também obter informações relevantes tais como a

distribuição actual do consumo de água, identificando os maiores consumidores, a forma de distribuição nesses mesmos consumidores e os efluentes por eles gerados.

A avaliação das necessidades de água ao permitir identificar pontos de potencial melhoria de consumo, permitirá estimar outros dados também importantes para a avaliação da viabilidade dos projectos de optimização do uso da água. Estes dados são:

- Consumo detalhado após intervenções
- Impacto gerado com a minimização das perdas
- Impacto económico de cada uma das intervenções
- Investimentos necessários e tempo de retorno associado

3.3 Avaliação da oferta de água

Independentemente do tipo de indústria, esta poderá ser fornecida de água a partir de 5 fontes principais:

- I. Rede pública
- II. Captação directa de águas de superfície
- III. Águas subterrâneas
- IV. Águas pluviais
- V. Água recuperada

Por base da fonte de água de abastecimento a uma unidade industrial está o preço associado. Este é calculado considerando o custo de captação, tratamento, distribuição, operação e manutenção do sistema de distribuição e qualidade da água.

Objectivando um produto de qualidade e a segurança dos consumidores e utilizadores, é necessária uma escolha cuidada da água a servir de input a um dado processo industrial. Há que prevenir potenciais riscos de contaminação quer do produto, quer das pessoas e todos os sistemas de distribuição deverão ter identificados a classificação de água a circular no respectivo sistema.

3.3.1 Abastecimento público

Conforme referido no ponto 2.2.2, as águas destinadas ao consumo humano têm de ser sujeitas a tratamento que segundo o DL nº236/98, de 1 de Agosto, varia consoante a qualidade de água na origem. O mesmo DL estabelece as normas de qualidade e os esquemas de tratamento de forma a garantir a potabilidade da água.

Em Portugal a maioria das águas de consumo Humano provêm de captações directas de águas de superfície por concessionárias, quer estas sejam extraídas de rios ou barragens, que após tratamento encarregam-se da distribuição.

O DL nº 236/98, de 1 de Agosto, considera três classes distintas de qualidade, atribuindo a cada uma delas em esquema tipo de tratamento:

- Classe A1 – classe mais exigente em termos de tratamento requer tratamento físico e desinfecção

- Classe A2 – classe intermédia, requer tratamento físico, químico e desinfecção
- Classe A3 – classe com menor exigência em termos de qualidade. Requer tratamento físico, químico, de afinação e desinfecção.

Cabe então às empresas de abastecimento público garantir os graus de qualidade exigidos pelo DL em vigor, assegurando também o fornecimento contínuo de água. É também função destas empresas:

- Promover a universalidade e garantir a igualdade de acesso à água;
- Garantir a qualidade dos serviços e protecção dos interesses públicos;
- Desenvolver a transparência na prestação de serviços
- Proteger a saúde pública e o Ambiente
- Garantir a eficiência e melhoria continua na utilização dos recursos afectos, respondendo à evolução das exigências técnicas e MTD ambientais.

Estas obrigаторiedades encontram-se salvaguardadas ao abrigo do novo DL nº 194/2009, de 20 de Agosto.

3.3.2 Águas subterrâneas

A alternativa mais comum às águas dos serviços de abastecimento público é a água subterrânea. Estas são parte integrante do ciclo hidrológico, “representando mais de 95% das reservas de água doce exploráveis do globo” (26).

A captação das águas subterrâneas é efectuada normalmente através de furos. O método de perfuração varia em função da geologia local, sendo que a cota de perfuração tem directas implicações a nível da qualidade da água extraída.

Uma das principais preocupações relacionadas com a extracção de águas subterrâneas é a qualidade. O controlo de qualidade destas águas encontra-se salvaguardada ao abrigo da Lei da Água (DL nº58/2005, de 29 de Dezembro) ao qual, Portugal está obrigado a proteger, melhorar e reconstituir todas as massas de água, incluindo a subterrânea.

Mais recentemente, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva nº 2006/118/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Dezembro, surge o DL nº 208/2008, de 28 de Outubro, que estabelece o regime de protecção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração.

A poluição das águas subterrâneas de origem pontual ou difusa, deve-se fundamentalmente às seguintes causas (26):

- ao uso de adubos e pesticidas na agricultura
- à lixiviação de resíduos industriais não tratados
- a lixiviados oriundos de aterros sanitários
- construção incorrecta de fossas sépticas
- intrusão de águas salobras devido à sobre-exploração dos aquíferos costeiros

Atendendo a esta realidade, cabe a cada indústria usuária deste tipo de água, seguir a seguinte metodologia (11):

- Cumprir a legislação em vigor
- Efectuar um tratamento adequado à água captada consoante o destino a que esta água se propõe
- Implementar um sistema de gestão e monitorização contínua da qualidade e quantidade da água

3.3.3 Águas pluviais

O uso da água da chuva, pelo Homem, regista-se há vários milhares de anos. Existem relatos de construção de cisternas de armazenamento de águas pluviais, com 80.000 m³, datados de 527 – 565 a.C., em Istambul na Turquia.

Na ilha de Creta existem reservatórios, escavados na rocha, com mais de 5.000 anos. Reservatórios deste género também foram encontrados na fortaleza de Masade (Israel), Península de Iucatã (México) e Monturque-Roma (Itália). Estes exemplos têm perdurado ao longo dos séculos e, nos dias que correm, existem vários projectos por todo o mundo que visam o aproveitamento das águas pluviais.

No decorrer do III Fórum Mundial da Água, ocorrido em 2004 na cidade de Kyoto – Japão, especialistas da ONU invocaram o exemplo chinês, cujo Governo construiu tanques de armazenamento, de água da chuva, que fornecem água potável a cerca de 15 milhões de pessoas e auxiliam na rega de plantações (27) (28).

Em 2007 foi terminada a construção de um projecto, que consistia na captação de águas da chuva, desenvolvido no Complexo Star City em Seul - Coreia. Em 12 meses foram colectados cerca de 40.000 m³, correspondente a 67% da precipitação total local, que para além de baixar o consumo de água da rede pública dos residentes, este projecto serviu para reduzir significativamente o risco de inundação local. (29)

Em Freiburg, Alemanha, a empresa Huttinger Elektronik implementou um sistema de colecta de água da chuva que, conjuntamente com água subterrânea, satisfazia duas necessidades de arrefecimento: o ar condicionado de toda a instalação fabril, com mais de 34.000 m² e o arrefecimento de maquinaria (30).

Como fora visto, a água da chuva apresenta várias opções de aplicabilidade tanto a níveis potáveis como não potáveis. No entanto, no que se refere à sua utilização existem certos parâmetros a ter em atenção:

- Precipitação
- Qualidade da água da chuva
- Área de intercepção e volume de armazenamento
- Nível de tratamento necessário

3.3.3.1 Precipitação

Em Portugal, a variabilidade dos índices de precipitação devem-se fundamentalmente a dois vectores: latitude e relevo. A latitude determina a duração anual do efeito que as depressões, ocorrentes no Atlântico, exercem sobre o país provocando a precipitação. O relevo, através da altitude e da exposição aos ventos humicos, comanda a intensidade da precipitação. (31)

Na figura 3.4 pode-se analisar a variação da precipitação em Portugal Continental:

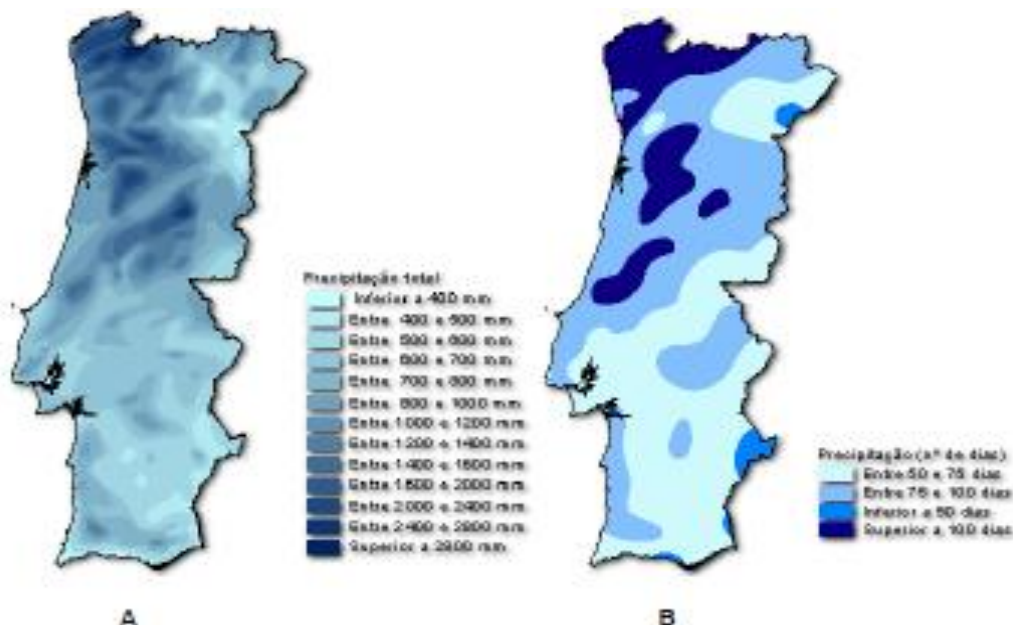


Figura 3.4 – A: Mapa de precipitação total anual; B: mapa de precipitação em dias/ano

Fonte: Oliveira, F., adaptado de IA 2003

Para estimar a altura media da precipitação local dever-se-á recorrer à instalação de um udómetro ou em alternativa recorrer aos valore registados pela estação meteorológica local.

3.3.3.2 Qualidade da água da chuva

A qualidade da água pluvial é um parâmetro que varia no espaço e no tempo. Esta variabilidade deve-se não só às condições da superfície de captação e armazenamento mas também às condições atmosféricas, i.e., à concentração de poeiras e tipo de poeiras existentes na atmosfera.

Segundo Oliveira, F., os factores que mais afectam a qualidade da água são: a matéria particulada, a matéria orgânica e outros resíduos. A matéria particulada inclui poeiras e fuligem, suspensas na atmosfera, que são arrastadas com a precipitação. Em áreas industriais, devido à maior concentração de matéria particulada no ar, a água da chuva deverá apresentar maior turvação e maior concentração de sólidos suspensos. A matéria orgânica inclui bactérias, fungos, algas, folhas e outros, que se encontram sobre as superfícies de captação e contaminam a água interceptada. Quanto maior o número de dias sem chuva, maior se torna este ultimo fenómeno de contaminação.

Uma vez que a qualidade destas águas é incerta, deve-se proceder à instalação de um programa de monitorização e controle da mesma. Nos estudos de Cipriano, *et al.*, e de Ferrari, *et al.*, os parâmetros monitorizados foram:

- pH
- Alcalinidade total
- Cloretos
- Cor aparente
- Dureza total
- Ferro total
- Sílica
- Temperatura
- Turbidez
- Testes microbiológicos

3.3.3.3 Intercepção e armazenamento

A captação das águas pluviais poderá ser efectuada a partir de telhados ou outras superfícies de captação tais como pavimentos. Assim, considera-se como área de intercepção a área, em metros quadrados, projectada na horizontal da superfície onde se dá a captação (28). O cálculo das áreas de intercepção poderá ser feito por medição directa, através de plantas ou por métodos de georreferenciação.

A determinação do volume de armazenamento irá depender então do volume máximo captado. Este volume é calculado pela seguinte fórmula:

$$V(t) = P(t) \times A_c \times C_e \times C_f$$

Onde:

$V(t)$ → volume potencial de águas pluviais (m^3)

$P(t)$ → precipitação (m)

A_c → área de captação (m^2)

C_c → coeficiente de escoamento da área de captação

C_f → coeficiente do filtro à entrada do tanque de armazenamento

O coeficiente de escoamento é calculado através da divisão do volume total de água recolhida pela superfície de captação e respectivas caleiras, sobre o volume total de água precipitada.

No Quadro 3.2 apresentam-se alguns coeficientes de escoamento:

Quadro 3.2 – Coeficientes de escoamento de diferentes superfícies (28)

Superfície de captação	Coeficiente de escoamento
<u>Telhados:</u>	
✓ Telhas cerâmicas	0,80 - 0,90
✓ Telhas esmaltadas	0,90 - 0,95
✓ Telhas corrugadas de metal	0,80 - 0,90
✓ Cimento, amianto	0,80 - 0,90
✓ Plástico, PVC	0,90 - 0,95
<u>Relvados:</u>	
✓ Solo arenoso, plano, 2%	0,05 – 0,10
✓ Solo arenoso, declive médio, 2-7%	0,10 – 0,15
✓ Solo arenoso, declive grande, 7%	0,15 - 0,20
<u>Zonas de comércio:</u>	
✓ Áreas centrais	0,70 - 0,95
✓ Áreas periféricas	0,50 – 0,70
<u>Zonas residenciais:</u>	
✓ Áreas de moradias	0,30 – 0,50
✓ Blocos de residenciais afastados	0,40 – 0,60
✓ Blocos residenciais próximos	0,60 – 0,75
✓ Áreas suburbanas	0,25 – 0,40
✓ Áreas de apartamentos	0,50 – 0,70
<u>Zonas industriais:</u>	
✓ Áreas dispersas	0,50 – 0,80
✓ Áreas densas	0,60 – 0,90
<u>Parques, cemitérios</u>	0,10 – 0,25
<u>Parques de jogos</u>	0,20 – 0,35
<u>Zonas de parques ferroviários</u>	0,20 – 0,40
<u>Zonas não aproveitadas</u>	0,10 – 0,30
<u>Ruas</u>	
✓ Asfaltadas	0,70 – 0,95
✓ Betonadas	0,80 – 0,95
<u>Vias para automóveis e peões</u>	0,75 – 0,85

O coeficiente do filtro é dado pelo quociente entre a água total filtrada e armazenada e aquela que chega ao filtro. Segundo Oliveira, F. o valor típico é 0,90.

3.3.3.4 Tratamento

Conforme foi constatado por Ferrari, *et al.*, a água da chuva, no seu estado natural, não obedece aos parâmetros requeridos para diferentes usos industriais, mas contendo baixas concentrações de poluentes, o seu tratamento torna-se menos oneroso quando comparado com outras fontes alternativas.

Como será espectável, antes de ser armazenada a água da chuva deverá sofrer uma série de pré-tratamentos simples, de forma a melhorar significativamente a sua qualidade.

Analisando alguns trabalhos publicados nesta área, existem dois sistemas principais de tratamento a instalar a montante do armazenamento: um crivo e um sistema de rejeição inicial (Figura

3.5). O crivo terá como função a remoção do material grosseiro, presente nas áreas de captação e arrastados pela chuva (27), (32). Este sistema irá preservar não só as tubagens do sistema de armazenamento e distribuição, evitando entupimentos e desgaste interno das tubagens, como diminuir a concentração de sólidos totais na água. O sistema de rejeição inicial tem por objectivo recolher as primeiras águas, tendo um efeito bastante positivo na melhoria da qualidade da água captada.

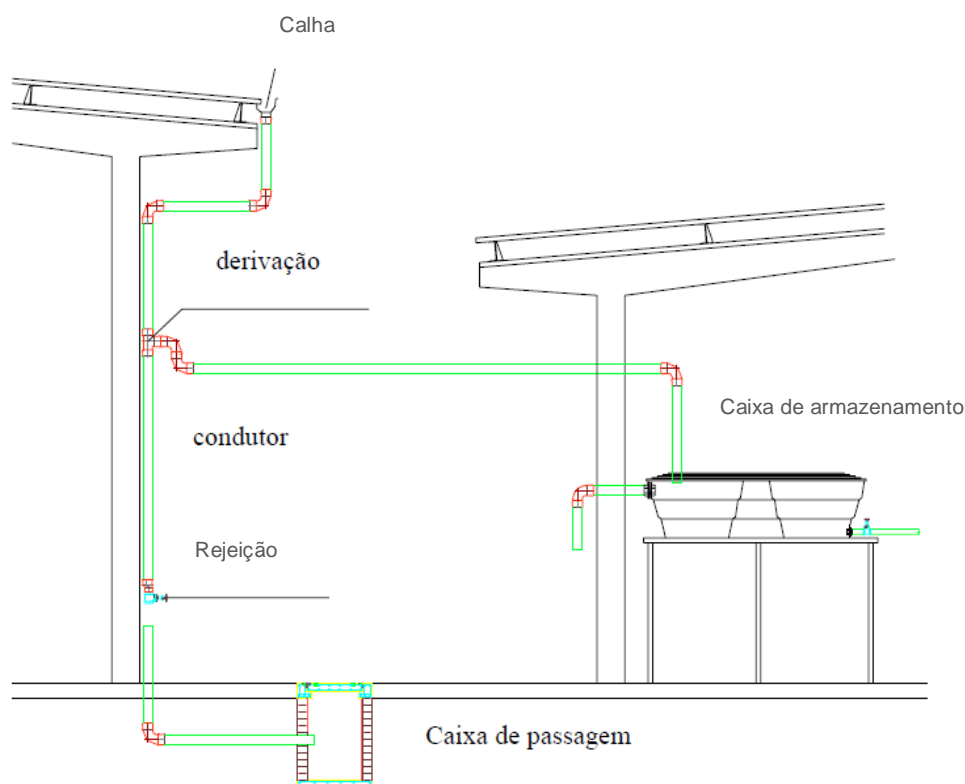


Figura 3.5 – Desenho esquemático de um sistema de recolha de águas pluviais
Fontes: Minatti, *et al.* (33), Cipriano, *et al.* (34), Ferrari, *et al.* (5)

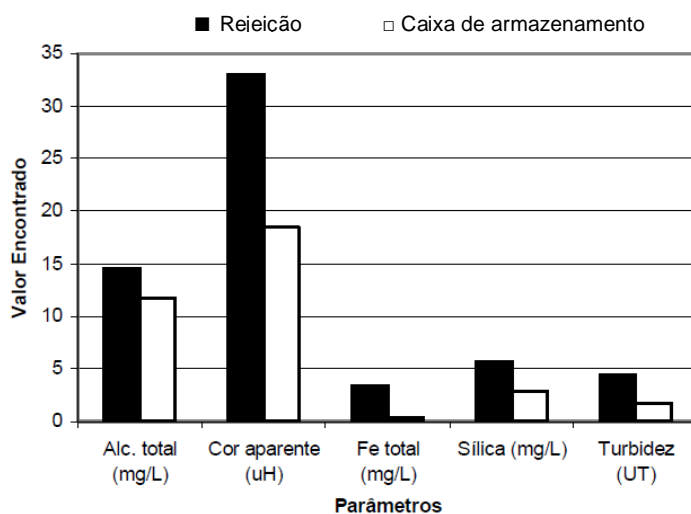


Figura 3.6 – Diferenças de concentração entre a rejeição inicial e o armazenamento
Fonte: Ferrari, *et al.* (5)

Quadro 3.3 – Parâmetros determinados na água descartada e na água armazenadaFonte: Ferrari, *et al.* (5)

PARÂMETROS	Rejeição			Caixa de armazenamento		
	Valor Médio	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Médio	Valor Máximo	Valor Mínimo
pH	5,60	6,35	4,86	5,73	6,82	5,21
Alcalinidade total (mg/L)	14,52	20,73	10,00	11,73	16,00	8,00
Cloretos (mg/L)	3,81	5,64	2,82	3,72	5,64	2,82
Cor aparente (uH)	33,00	89,00	17,00	18,45	43,00	7,00
Dureza total (mg/L)	23,95	56,00	8,50	21,91	48,00	3,00
Ferro total (mg/L)	3,42	23,00	0,15	0,32	2,02	0,026
Silica (mg/L)	5,66	28,54	0,651	2,92	13,21	0,212
Temperatura (°C)	25,10	27,00	24,00	25,09	27,00	24,00
Turbidez (UT)	4,38	15,00	1,12	1,70	5,00	0,20
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	3474,02	24000	7	236,93	900	2
Colif. totais (NMP/100mL)	800	50000	387,30	1054,45	≥1600	39,50

Legenda: NE = Não especificado.

* Valor máximo permitido.

Como se verifica, existe uma melhoria bastante significativa das características da água, diminuindo tanto os parâmetros físico-químicos como os parâmetros microbiológicos.

A jusante do armazenamento, existem outros dois sistemas de tratamento apontados, considerando a sua eficácia: filtração e desinfecção U.V.

Ferrari, *et al.*, constatou que “a filtração seguida de desinfecção com ultravioleta apresenta resultados satisfatórios aos padrões de potabilidade...”. O autor concluiu ainda que “o tratamento da água escoada na cobertura estudada não apresentou características potáveis, apenas com relação ao sabor e odor que se demonstraram objectáveis”.

Embora o estudo em foco apresente resultados muito positivos, é essencial serem apresentadas precauções em aplicações similares, uma vez que as condições climáticas variam de local para local, assim como as concentrações de poluentes na atmosfera.

3.3.4 Águas recuperadas

O incremento no preço das águas de abastecimento público aliado à crescente preocupação das descargas de efluentes no meio receptor natural têm incrementado os processos de reaproveitamento de águas industriais. Estas águas são geralmente classificadas consoante a sua utilização (25), (35). A classificação adoptada para este trabalho é a seguinte:

- Água reutilizada: água utilizada mais de uma vez dentro da unidade industrial.
- Água reciclada: água recuperada e reutilizada no mesmo processo.
- Água recuperada: água recuperada e reutilizada em processos diferentes em que o índice de qualidade é menos exigente

A reutilização de água poderá ser implementada sob duas formas distintas:

- Reutilização em cascata: o efluente gerado num dado processo industria, apresentando os índices de qualidade requeridos, é utilizado como alimentação a um processo subsequente.
- Reutilização de efluentes tratados: consiste na reutilização de efluentes previamente tratados (com melhor qualidade que a inicial) em outros processos.

3.3.4.1 Reutilização em cascata

Dentro das duas formas de reutilização de água, a reutilização em cascata é a que se verifica ser menos onerosa, uma vez que quando bem planeado este programa de reutilização dispensa processos de recolha e armazenamento.

A implementação deste processo implica, contudo, um estudo aprofundado dos diferentes efluentes. Tem que se destacar os processos com maior geração de efluentes, segregando os de menor qualidade, reutilizando aqueles com menor concentração de poluentes.

Tão importante como este último processo será a identificação de actividades receptoras a estes efluentes devendo existir uma correlação entre oferta e procura, quer quantitativamente como qualitativamente, uma vez que a substituição da fonte de abastecimento de água por um efluente poderá não se mostrar uma opção viável.

Poderá verificar-se que um dado efluente, embora possa apresentar características próximas das necessárias para um processo subsequente, não atinge os requisitos de qualidade exigidos. Nestas situações poder-se-á diluir o efluente, com água da rede pública, de forma a se atingirem os índices de qualidade exigidos.

3.3.4.2 Reutilização de efluentes tratados

Para alguns efluentes poderá ser necessário aplicar alguns níveis de tratamento para que estes possam ser reutilizados. Para tal, é necessário identificar um ou vários tratamentos que possibilitem a remoção de um ou vários contaminantes excedentes.

O nível de eficiência dos tratamentos irá possibilitar a reutilização de todo o efluente tratado, sendo necessário apenas proceder à reposição das perdas que ocorrem ao longo do processo e a quantidade descartada com o efluente da unidade de tratamento.

É de extrema importância referir que qualquer que seja a pratica de reutilização, é necessário acompanhar o desempenho dos processos por forma a garantir o sucesso do programa e salvaguardar a qualidade do produto final e segurança dos consumidores e usuários.

3.3.5 Compilação dos dados obtidos

Da análise à oferta de água obtêm-se os seguintes dados:

- Possibilidade de abastecimento público
- Possibilidade de abastecimento por águas subterrâneas
- Aproveitamento de águas pluviais
- Possibilidade de reutilizações de efluentes

- Cálculo de investimentos necessários aos diversos pontos de abastecimento, incluindo os períodos de retorno associados.

4 Técnicas de Tratamento

A aplicabilidade de efluentes recuperados como alimentação a um dado processo, requer que sejam asseguradas as características químicas e microbiológicas, afim de não comprometer o processo e o produto daí gerado.

Como se verifica nos pontos anteriores deste trabalho, a dinâmica da gestão da água incentiva, nos dias que decorrem, a procura de fontes alternativas de água e promove a redução de águas residuais lançadas no meio receptor natural.

Considerando que os contaminantes presentes num dado efluente, na maioria dos casos, não são destruídos ocorrendo apenas transferências de meio, existe a necessidade de recorrer a tratamentos intermédios que satisfaçam os índices de qualidade requerida. Um conhecimento exacto da qualidade apresentada por um efluente permitirá seccionar os processos de tratamento adequados com vista a sua reutilização (36).

No Anexo I deste trabalho, é apresentada um Quadro contendo uma listagem de tecnologias de tratamento de águas residuais, que poderão ser aplicadas visando a recuperação das mesmas.

Os subcapítulos que se seguem destinam-se a descrever sinteticamente alguns tratamentos apresentados no Anexo I, sendo a descrição composta por:

- Síntese dos processos físicos e químicos base
- Aplicabilidade da tecnologia
- Qualidade dos afluentes e efluentes gerados
- Restrições
- Dados operacionais

4.1 Biooxidação e bio-tratamento

Neste processo a água residual atravessa um reactor onde é mantida uma concentração elevada de microrganismos sob forma de lamas activadas ou leito fixo. No caso de o biorreactor ser aberto trata-se de uma biooxidação, no caso de ser fechado fala-se em metanização.

Os microrganismos decompõem os compostos orgânicos podendo também alterar alguns compostos inorgânicos. A aplicabilidade deste tratamento abrange contaminantes inorgânicos e orgânicos que podem estar suspensos ou dissolvidos assim como também contaminantes microbiológicos, sendo usualmente utilizado para reduções de CQO, CBO, azoto e fósforo, tratamento de efluentes contendo fenóis e digestão de lamas, primárias e secundárias, resultantes dos tratamentos biológicos.

O influente não deverá conter substâncias tóxicas para os microrganismos e alguns contaminantes deverão apresentar concentrações reduzidas, com a temperatura controlada, de forma a não inviabilizar o tratamento. (37)

O efluente requer, normalmente, filtração e desinfecção se for reutilizado. Este deverá apresentar 90% de redução nos compostos orgânicos biodegradáveis. Com o efluente geram-se lamas biológicas activas que devem ser tratadas.

Em questões económicas, este tratamento apresenta um investimento muito elevado, no entanto, em exploração os custos de tratamento rondam os 0,25 €/m³ para afluentes muito contaminados e para afluentes menos contaminados o custo situa-se entre os 0,03€/m³ e 0,15€/m³ (37).

4.2 Adsorção por carvão activado

O influente passa por um meio adsorvente, composto por carvão activado ou resina polivinilica, dependendo dos contaminantes a tratar. A adsorção depende da dimensão das partículas, pH, temperatura, tempo de retenção e natureza dos contaminantes.

Aplica-se em tratamentos de compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos, tendo alta afinidade para metais pesados tais como arsénio, crómio e estanho e outros compostos tais como o cloro e bromo.

A eficiência do tratamento é afectada pelo pH e temperatura, como já referidos, sólidos suspensos, óleos e gorduras pelo que requer uma filtração prévia do influente. O tratamento verifica-se ineficiente com compostos orgânicos altamente solúveis.

Para compostos orgânicos solúveis a taxa de remoção situa-se nos 90% e o CQO e CBO entre 30 a 60%.

Os custos de exploração situam-se entre os 0,1 e 0,25€/m³ de afluente tratado (37).

4.3 Centrifugação

Neste tratamento as águas residuais, através de forças gravitacionais exercidas pelo equipamento, irão sofrer uma separação em duas fases: um sobrenadante tratado e uma lama espessada.

Este tratamento é aconselhável para a remoção de sólidos suspensos com dimensões entre 1 e 5000 micron.

A montante do tratamento deverão ser removidos os sólidos suspensos com diâmetro superior a 5mm e areias existentes no influente.

A eficiência do tratamento ronda os 85% sendo usado correntemente em espessamentos e secagem de lamas de tratamento biológico, separação de emulsões água/óleo e secagem de sólidos fibrosos.

Os custos envolvidos variam entre os 0,1 e 0,50€/m³. (37)

4.4 Oxidação química

Consiste na conversão de compostos orgânicos em dióxido de carbono e água. Os métodos mais utilizados incluem ozono, cloro, dióxido de carbono, peróxido de hidrogénio, ar húmido, água em

estado super crítico ou permanganato de potássio e oxidação avançada. Os processos mais comuns são a cloragem e ozonização para desinfecção da água.

O tratamento é aplicável a compostos inorgânicos e orgânicos dissolvidos e também a compostos biológicos.

O influente deverá sofrer um controlo de pH e da concentração de CQO. Há que salientar que nem todos os compostos orgânicos são tratáveis por este processo mas quando o são, a eficiência do tratamento é superior a 80%.

Os custos operacionais variam entre 0,1 e 4€/m³ de água tratada (37).

4.5 Cristalização

Reactores térmicos promovem a separação do líquido a tratar gerando um destilado de alta qualidade e sólidos com elevado teor de humidade. A diferença relativa a uma destilação é devida à fase a separar ser apenas o líquido base altamente concentrado.

Este processo dá-se sob duas formas possíveis:

- Abaixamento da temperatura que promove a diminuição da solubilidade dos sais
- Evaporação do líquido aumentando a concentração do líquido remanescente.

O processo é utilizado no tratamento de contaminantes inorgânicos e orgânicos dissolvidos sendo comumente aplicado no tratamento de purgas de torres de refrigeração, depuração de águas contendo contaminantes perigosos, tratamento de águas residuais provenientes de: lavagem de gases de combustão, de processos de destintagem e de processos de branqueamento de pasta de papel e cartão.

A cristalização requer um ajuste do pH do influente de forma a controlar a volatilidade de alguns compostos químicos que ao volatilizar ou decomporem, tais como amoníaco ou bicarbonatos, poderão afectar a qualidade do efluente.

A qualidade do efluente do processo varia com o influente usado mas verifica-se que o teor em sólidos é normalmente inferior a 100mg/l.

Os custos operacionais podem ser superiores a 1,50€/m³ podendo o valor aumentar, em termos de custos energéticos, se o teor de SDT no influente for superior a 10% (37).

4.6 Electrodiálise

Tecnologia usada na remoção de contaminantes inorgânicos dissolvidos que consiste na aplicação de uma corrente eléctrica, sobre o influente, provocando a ionização dos contaminantes. Os iões, dependendo da sua carga, passam através de membranas semi-permeáveis selectivas podendo-se desta forma extrair o concentrado e a solução purificada de formas separadas.

Uma recente inovação desta tecnologia consiste na inversão da polaridade dos eléctrodos minimizando a formação de precipitados e incrustações, eliminando a dependência de inibidores de incrustações. Esta tecnologia designa-se por electrodiálise inversa.

Para rentabilização do processo não deverão existir sólidos suspensos ou emulsões coloidais e o teor de SDT deverá ser superior a 1000mg/l.

A Electrodialise é correntemente utilizada em processos de dessalinização podendo a concentrado, após tratamento, ser reutilizado (ex: extracção do sal da água salgada).

Os custos associados variam entre 0,2 e 1€/m³. (37)

4.7 Evaporação

Neste processo o influente é levado ao seu ponto de ebulição de forma a reduzir o volume de águas residuais geradas, aumentando o concentrado e diminuindo custos de descarga.

Em evaporadores termo-mecânicos (estruturas fechadas) a água evaporada é passível de ser reutilizada após condensação. Em tinas de evaporação não existe recuperação de água evaporada.

Processo aplicável a tratamento de contaminantes inorgânicos e orgânicos dissolvidos, sendo inadequado a influentes com compostos orgânicos voláteis.

Este processo é sensível a emissões e incrustações e o influente poderá necessitar de pré-tratamento para remoção de SS, carbonatos e os referidos compostos orgânicos voláteis.

O efluente apresenta concentrações em SDT inferior a 200mg/l enquanto o concentrado 20% em SD e 1 a 10% de SS.

Em custos operacionais este processo é pouco convidativo uma vez necessitar de mais de 25Kw/m³, no caso de evaporação termo-mecânica, o que poderá levar a um custo de 2 a 3€/m³ de água tratada (37).

4.8 Filtração

Processo eficaz para remoção de contaminantes orgânicos, inorgânicos e biológicos suspensos no influente com dimensões superiores a 1 micron. Ideal para remoção de SS, CQO e CBO, algas e bactérias de águas residuais.

Para afinação do processo o teor de SST deverá ser inferior a 100mg/l e óleos e gorduras inferior a 25mg/l pelo que poderá necessitar de pré-tratamento.

O rendimento varia entre 90 a 99% para SST e 80 a 85% em óleos e gorduras.

Tratando-se de filtros de leitos filtrantes granulares, a água de retrolavagem necessita de tratamento posterior, no caso de filtros de cartucho, estes serão incinerados ou depositados em aterro.

Os custos do tratamento variam entre 0,02 e 0,05€/m³ de efluente tratado, sendo este processo aplicado na maioria das vezes como pré-tratamento de filtros de carvão activado, permuta iónica ou filtros de membranas (37).

4.9 Flotação

Processo usado na remoção de óleos e gorduras de águas residuais através de injeção de ar no influente para promover a ascensão das mesmas à superfície de maneira a serem removidas. A fim de promover a rendibilidade do processo é efectuado um ajuste no pH, para quebrar emulsões.

Se a concentração de óleos e gorduras for elevado é necessária decantação (separação gravítica) prévia.

Com o auxílio a aditivos o rendimento para SS e óleos e gorduras ascende a 75-90% respectivamente. Este tratamento apresenta custos operacionais de 0,02 a 0,1€/m³. (37)

4.10 Separação gravítica

Este processo é usado na remoção de SS e glóbulos de óleo. Esta separação depende da diferença de densidade das fases existentes no influente. Como referido no ponto 4.9, poderá ser necessário adicionar aditivos químicos ou ajustar o pH.

A rentabilidade do processo oscila entre 60% e 99% para óleos. Os SS são reduzidos entre 10% a 50% mas promovendo a coagulação ou flotação, com aditivos químicos, este rendimento ascende aos 70%. Os sólidos decantados podem ser vistos como um resíduo perigoso.

Os custos variam entre 0,2 e 1,5€/m³ de efluente tratado. (37)

4.11 Permuta iónica

Este processo consiste numa permuta de iões reversível entre um sal sólido insolúvel e o líquido com sais dissolvidos que com ela entra em contacto. Este sal sólido insolúvel consiste numa resina que pode ser natural ou sintética que em contacto com a água têm a capacidade de se ionizarem gerando catiões ou aniões. A sua actividade depende da sua área específica pelo que se apresentam sob forma de grânulos.

A permuta iónica é usada na remoção de compostos dissolvidos, podendo os mesmos serem orgânicos ou inorgânicos. Remove a maioria dos aniões e catiões auxiliando na remoção de CQO e COT.

As especificações do influente são bastante importantes para a eficiência do tratamento: remoção prévia de SS, óleos e gorduras, pH neutro, concentração controlada de contaminantes (até 2500mg/l) e remoção dos constituintes que interfiram com a permuta iónica.

A rendibilidade deste processo ascende aos 80% para compostos orgânicos e 90% para inorgânicos pelo que este processo é usualmente usado em processos de desmineralização de água para geradores de vapor e tratamento de águas residuais para remoção de metais pesados, nitratos, sulfatos e cloretos.

Os custos operacionais desta tecnologia variam entre 0,1 e 0,5€/m³ de efluente tratado. (37)

4.12 Separação por membranas

Os processos de separação por membranas envolvem a utilização de membranas sintéticas, porosas ou semipermeáveis, para remover da água contaminantes inorgânicos e orgânicos, dissolvidos ou em suspensão e contaminantes biológicos. Para que ocorra a separação é necessário um gradiente de pressão hidráulica ou um campo eléctrico.

À primeira vista os processos de separação por membranas poderiam ser comparados com processos de filtração convencional, contudo, existem diferenças que distinguem os processos tais como: Fluxo de água paralelo às membranas e pressão de operação maior que nos processos de filtração convencional.

Devido ao fluxo de alimentação ser paralelo às membranas, a operação do sistema irá produzir dois fluxos distintos: um de permeado que passou através das membranas, do qual foram retidos os contaminantes, e um de concentrado que retém a maior parte dos contaminantes.

A alimentação ao sistema requer alguns cuidados tais como uma pré-filtração para eliminação de SS de dimensões superiores aos colóides e um controlo de pH.

No Quadro 4.1 são indicados as diferentes categorias desta tecnologia, tipo de membrana, força motriz aplicada, método de separação e possíveis aplicações:

Quadro 4.1 – Processos de separação por membranas existentes

Fonte: Geraldès, *et al.*, (38)

Processo de Separação	Tipo de Membrana	Força Motriz	Método de Separação	Aplicações
Microfiltração (MF)	Microporosa 0.1-10 µm	Pressão 0.1-1 bar	Filtração	Esterilização Clarificação
Ultrafiltração (UF)	Assimétrica Microporosa 1-10 nm	Pressão 0.5-5 bar	Filtração	Separação de macromoléculas em solução
Nanofiltração (NF)	Assimétrica Filme denso	Pressão 10-40 bar	Filtração / Solução / Difusão	Separação parcial de sais e solutos orgânicos com menos de 1000 Dalton
Osmose Inversa (OI)	Assimétrica Filme denso	Pressão 20-100 bar	Solução/Difusão	Separação de sais e micro-solutos
Diálise	Microporosa 0.1-10 µm	Gradiente de Concentração	Difusão	Separação de sais e micro-solutos de macromoléculas em solução
Electrodialise (ED)	Permutadora de iões	Gradiente de potencial eléctrico	Migração num campo eléctrico	Dessalinização de soluções iónicas
Permeação Gasosa	Homogéneas	Gradientes de pressão e concentração	Solução / Difusão	Separação de misturas gasosas
Pervaporação (PV)	Simétricas e Assimétricas	Gradientes de concentração	Solução / Difusão	Concentração e separação de pequenos solutos orgânicos

A taxa de rejeição varia entre 10 a 50% do caudal de alimentação.

Os custos operacionais, desta tecnologia, variam entre 0,01 e 0,5€/m³ de água tratado (37).

4.13 Precipitação

Esta tecnologia consiste na adição de químicos e adjuvantes de coagulação com o intuito de insolubilizar os contaminantes existentes na água a tratar, fazendo-os precipitar. Esta precipitação poderá dever-se a:

- Reacção do aditivo químico com o contaminante dissolvido formando um novo composto com menor solubilidade;

- Alterações no equilíbrio da solução, através da introdução de substâncias, induzindo a precipitação parcial do poluente;
- Alteração da temperatura da solução no sentido da redução da solubilidade dos compostos.

Processo aplicável sobretudo a sais inorgânicos podendo reagir também com compostos orgânicos suspensos ou dissolvidos. A remoção destes compostos, quer estejam suspensos ou dissolvidos, é apenas garantida parcialmente.

Os custos operacionais desta tecnologia variam entre 0,5 e 0,75€/m³ de efluente tratado (37).

5 Indústria Cervejeira e de Refrigerantes

5.1 Cerveja

A cerveja é uma bebida alcoólica obtida a partir da fermentação dos açúcares presentes na cevada, previamente processada em malte (6).

A receita para a produção desta bebida poderá variar, dando origem às inúmeras cervejas existentes no mercado mundial, variando as quantidades dos ingredientes que constituem esta bebida, o factor de diluição e, em alguns casos, a introdução de aromatizantes. Os ingredientes típicos de uma cerveja são: malte, milho, trigo ou arroz, lúpulo e água, sendo este último o principal ingrediente.

Na figura 5.1 é apresentado um diagrama de todo o processo produtivo:

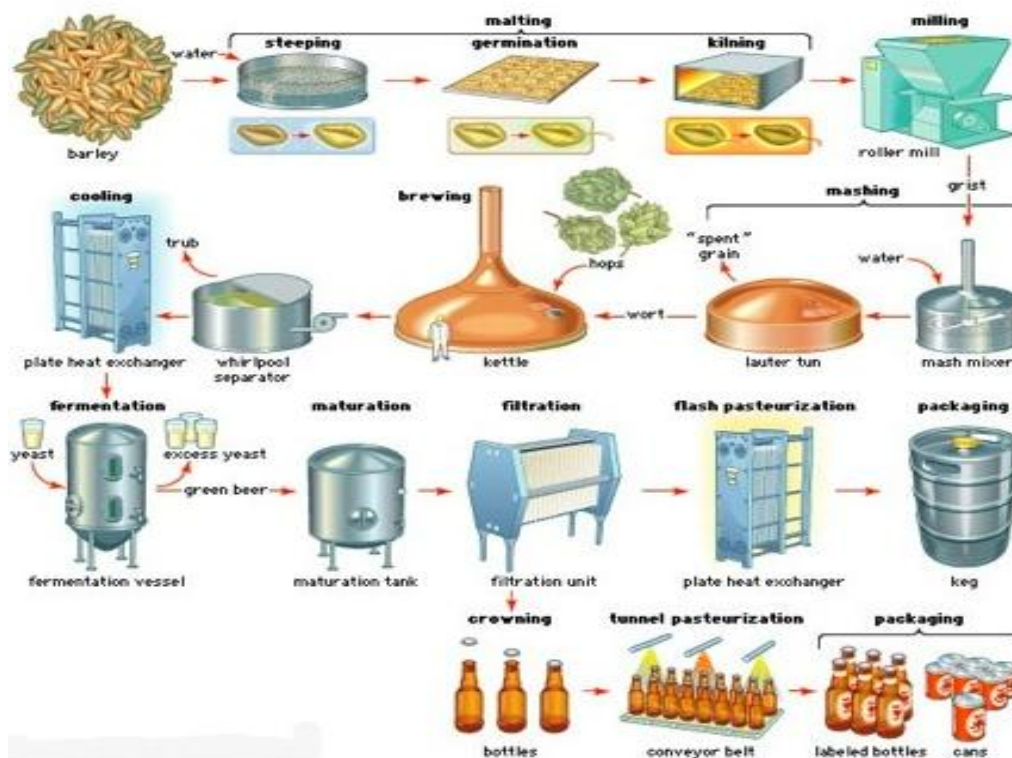


Figura 5.1 – Processo de fabrico de cerveja

Fontes: <http://onetreebrewery.com/page4/files/brewing-diagram.jpg>

Embora aparente ser um processo de produção simples, este é constituído por várias etapas. Cada uma das etapas acarreta funções que influenciam a qualidade do produto final e em cada uma delas, a água, representa o papel principal.

As etapas que constituem o processo produtivo são as seguintes:

- Maltagem
- Brassagem
- Fermentação
- Maturação e guarda
- Filtração
- Enchimento

É usual verificar-se que, agregado à produção de cerveja, existem muitas vezes secções de produção e enchimento de refrigerantes.

5.1.1 Maltagem

A maltagem é a etapa de produção de malte através do processamento da cevada. Esta etapa divide-se em 3 fases: molha, germinação e secagem.

Durante a molha, a cevada é submersa em tinas de molha com o objectivo de aumentar o seu teor de humidade, subindo de 12% para cerca de 40% (razão m/m). Ao atingir-se esta humidade, a cevada é enviada, com o auxílio de água, para as caixas de germinação onde irá permanecer durante 5 dias, sendo que neste processo existe ainda um incremento de 5% de humidade. Findo esta segunda fase, a cevada germinada é encaminhada para estufas a fim de ser seca e se transformar em malte. A humidade irá passar de 45% para 4 ou 5%, perdendo-se água para a atmosfera. (6) (39).

5.1.2 Brassagem

Esta etapa consiste na transformação das matérias primas para preparar o mosto. Após moagem do malte, este é colocado numa caldeira de empastagem onde é cozinhado, com água, a 65°C.

Paralelamente, numa caldeira de caldas, ocorre a fervura do griz (cereais não maltados: milho, trigo ou arroz) com água a 120°C. Após uma hora de fervura, o conteúdo da caldeira de caldas é enviado para a caldeira de empastagem dando origem ao mosto. Este mosto é filtrado, de seguida e enviado para a caldeira de fervura, onde é adicionado extracto de lúpulo. Da filtração resultam os resíduos sólidos dos grãos de malte e griz, que se passam a designar por dreches (utilizados na alimentação de gado).

Na caldeira de fervura, o mosto é elevado a 100°C e aí permanece entre 60 a 90 minutos. Após fervura, a presença de partículas sólidas no mosto obriga a um processo de decantação efectuado por um equipamento designado por Whirlpool. De seguida o mosto é arrefecido em permutadores de calor sendo enviado para os tanques de fermentação (6).

5.1.3 Fermentação

Após preparação, clarificação e arrefecimento do mosto, inicia-se a etapa fundamental da produção de cerveja – a filtração. Esta etapa ocorre em duas fases: uma primeira aeróbia onde ocorre a multiplicação das leveduras e uma segunda, anaeróbia, onde decorre a fermentação por acção das mesmas leveduras. A fermentação decorre entre 6 a 9 dias e como produtos extrai-se o mosto fermentado e o dióxido de carbono que poderá ser engarrafado e usado em processos posteriores (6).

5.1.4 Maturação e Guarda

Durante a maturação, a cerveja mantém-se num período de 5 a 15 dias em descanso a uma temperatura próxima de 0°C. A maturação tem por objectivo inactivar os microrganismos e outras substâncias indesejáveis na cerveja, para além de estabilizar a cerveja quanto ao paladar e saturação em dióxido de carbono (6). Após a maturação a cerveja segue para a guarda antecedendo o enchimento.

Deverá ser salientado que a trasfega da cerveja desde a brassagem para a fermentação, da fermentação para a maturação e agora da maturação para a filtração é auxiliada com água.

5.1.5 Filtração

A filtração surge como processo antecessor ao enchimento. O objectivo é remover impurezas e conferir a limpidez final do produto.

Esta etapa é efectuada com o auxílio de um meio filtrante, sendo o mais usual o uso de terra diatomácea (Kieselguhr). Poderá existir uma etapa subsequente de filtração com filtro de cartucho.

Durante esta etapa poderá ocorrer ainda uma diluição do produto assim como a adição de agentes estabilizantes, corante e outros aromatizantes (ex: limoneno) conforme o produto final pretendido. Após a filtração a cerveja é carbonatada através da injeção de dióxido de carbono recolhido na fermentação e encaminhada para os tanques de cerveja filtrada (TCF) (6).

5.1.6 Enchimento

Finalizando todo o processo de fabrico, a cerveja é encaminhada para o enchimento. A cerveja poderá ser encaminhada para o enchimento de garrafas como também de barris.

Durante esta etapa a cerveja necessita de ser pasteurizada, podendo ser antes ou após o processo de enchimento. Antes do enchimento a cerveja passa por pasteurizadores flash sendo posteriormente enviada para as enchedoras. Se a cerveja for anteriormente engarrafada e capsulada, o processo de pasteurização faz-se através de pasteurizadores de túnel (6).

Findo este processo a cerveja encontra-se pronta para ser comercializada.

5.2 Refrigerantes

A produção de refrigerantes é relativamente mais simples ocorrendo em 4 fases:

- Preparação do xarope
- Obtenção de xarope composto
- Diluição
- Enchimento

A preparação do xarope dá-se com a cozedura do açúcar à temperatura de 85-100°C até se formar uma calda. Posteriormente dá-se uma clarificação dessa mesma calda similar à filtração da cerveja (com terras diatomáceas) sendo seguidamente arrefecida por permutadores de calor, dando-se início à fase seguinte. Esta consiste na adição de compostos que irão conferir as propriedades químicas adequadas à conservação, para além de aferir cor, sabor e odor (ex: adição de sumos de fruta, estabilizantes, conservantes, etc.).

Inicia-se posteriormente a fase 3 e 4 que em tudo se assemelham aos pontos 5.1.5 e 5.1.6 em questões de diluição, carbonatação (caso seja necessária) e enchimento de garrafas.

5.3 Água aplicada à Indústria cervejeira e de refrigerantes

Para além da água que incorpora o produto existem, nesta actividade, muitos outros processos dependentes do uso da água. Processos de limpeza (manuais e automatizados), produção de água quente e vapor, sistemas de refrigeração, entre outros, são processos indispensáveis ao funcionamento deste tipo de indústria mas que em muito aumentam a dependência em termos de recursos hídricos.

Numa instalação de grandes dimensões (caso das fabricas europeias) o consumo de água ascende às várias centenas de metros cúbicos gastos por dia. Este consumo é função do nível tecnológico, aspectos operativos, idade da planta e até mesmo de certas operações unitárias como é o caso da pasteurização de túnel (consumo muito maior comparado à pasteurização flash). (6)

Segundo dados publicados no BREF FMD de 2006, a relação de consumo neste tipo de indústria situa-se normalmente no intervalo de 4 a 10 hectolitros de consumo de água por cada hectolitro de cerveja produzida.

O Quadro 5.1 refere intervalos de consumo determinados através de dados de indústrias cervejeiras modernas da Europa:

Quadro 5.1 – Intervalos de razão de volume de consumo de água por volume de cerveja produzida (3)

Department	Specific Water consumption (m3/hl)			
	Measured		Literature	
	From	To	From	To
Brewhouse	0,130	0,236	0,174	0,26
Cold storage			0,11	0,24
Fermentation cellar	0,032	0,053	0,04	0,08
Storage cellar	0,024	0,067	0,01	0,06
Filtering cellar	0,031	0,109	0,01	0,076
Bottling cellar	0,059	0,163	0,09	0,098
Cask cellar	0,013	0,061	0,01	0,12
Miscellaneous	0,20	0,204	0,026	0,397
TOTAL PROCESS	0,489	0,893	0,470	1,331

6 Material e Métodos

Este trabalho iniciou-se no mês de Outubro de 2008, data dos primeiros contactos com a Sociedade Central de Cervejas. O desejo demonstrado por ambas as partes para a realização deste trabalho está ligado a um estudo previamente executado no 1º Semestre de 2008, em que fora efectuado uma abordagem sistemática ao uso eficiente da água na Malteria, da fábrica de Vialonga, da Sociedade Central de Cervejas.

O presente trabalho incluiu um completo levantamento de dados relativos ao consumo de água naquela unidade industrial, origem, usos e destino dessa água, tendo sido caracterizados os vários consumos efectuados e determinando-se as diferentes necessidades por cada secção fabril.

Para que a realização deste trabalho fosse possível foi assinado um contrato de estágio profissionalizante que decorreu entre Janeiro e Setembro de 2009.

6.1 Caracterização das instalações do objecto de estudo

Com o início das actividades na SCC, foi efectuada uma visita às diferentes secções da Unidade Fabril onde se conseguiu individualizar as diferentes etapas do fabrico. Nesta visita, acompanhada com o responsável da secção de Brassagem, foram identificadas, superficialmente, diversas estruturas relacionadas com a distribuição de água, quer a nível do abastecimento, como também de tratamento e distribuição.

O segundo passo, é marcado pelo início da recolha de documentação. Foram requeridos vários dados respeitantes aos consumos de 2008, tendo sido também analisada a Licença Ambiental atribuída à Instalação Industrial.

A observação documental permitiu, nesta fase, efectuar uma análise primária, tendo sido realizados balanços preliminares a fim de apurar as secções com maiores necessidades hídricas, e nesta base, construídos diagramas de fluxos para estas mesmas secções.

Foi possível, desta forma, delimitar fronteiras para o objecto de estudo: fronteiras para as fontes de água e fronteiras para os diversos consumidores.

6.2 Levantamento de Campo

6.2.1 Caracterização da rede de distribuição de água

Após, caracterização do objecto de estudo e uma identificação primária das áreas de maior consumo e maior potencial de intervenção, procedeu-se à selecção e validação dos respectivos circuitos de distribuição de água.

Devido à extrema complexidade e extensão da rede de distribuição (figura 6.1), foram necessários mais de 3 meses, no campo, para proceder à validação da rede. Esta validação iniciou-se na origem da distribuição seguindo progressivamente até aos diversos destinos existentes na fábrica. Durante este processo, foram identificadas os diversos contadores e válvulas e validado o seu funcionamento e acessibilidade.

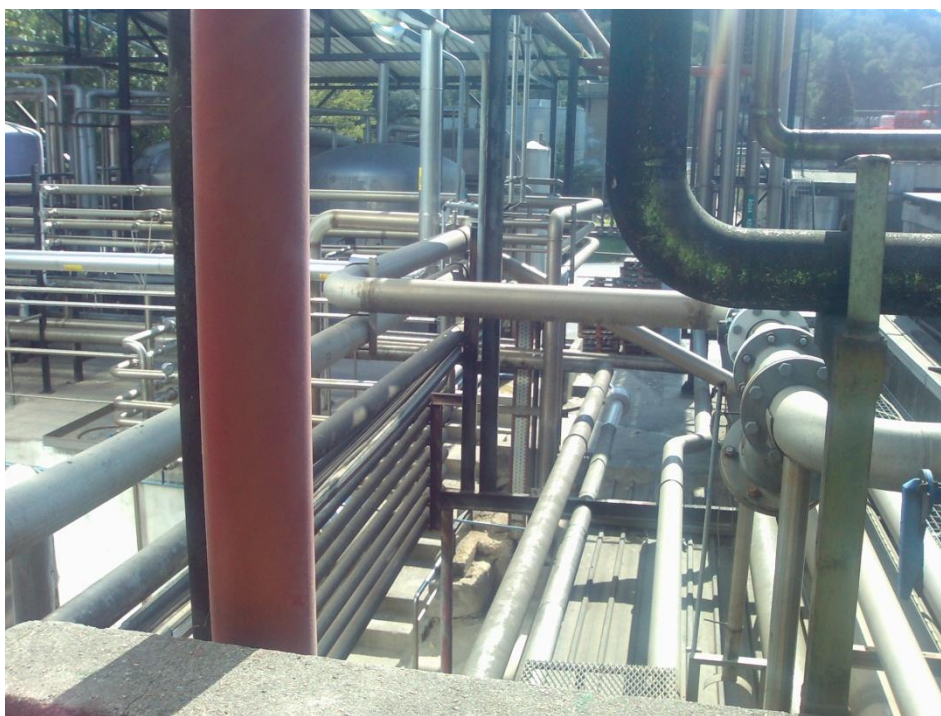


Figura 6.1 – Exemplo da complexidade da rede de distribuição

Foram efectuados esquemas da rede de distribuição da água, com os respectivos contadores e válvulas e comparados com as plantas, gerais e piezométricas, da rede de distribuição de água que, progressivamente, foram sendo disponibilizadas. A comparação dos dados obtidos com as respectivas plantas teve por objectivo detectar erros e estados de desactualização das plantas.

Outro ponto importante foi a verificação de como os contadores, existentes e validados, se distribuem pelas áreas contabilizadas, ou seja, analisar que contadores contabilizam os fluxos de água de uma dada secção.

6.2.2 Verificação de procedimentos

O trabalho feito no terreno, para além dos objectivos das acções indicadas no ponto anterior, teve o intuito de analisar o “*modus operandis*” das várias secções. Verificar actividades, equipamentos e procedimentos é um ponto fulcral para a detecção de maus desempenhos por parte de equipamentos e de acções negligentes por parte dos operadores. Assim, houve diálogos com os responsáveis de cada uma das áreas, com o intento de avaliar procedimentos padrão imputados aos trabalhadores, relacionados com os processos de produção, acções de limpeza e similares. Outras questões discutidas foram a forma de operar da maquinaria, qualidades de água requerida nos processos e destinos dos fluxos de água residual gerada em cada secção.

Aos diálogos sucederam-se acções de verificação e análise. Essas acções, para além da confirmação do teor dos diálogos, serviram para proceder à identificação de possíveis perdas e desperdícios.

6.3 Balanço hídrico: necessidades e oferta

Numa tentativa de propor medidas de melhoria e redução dos consumos de água foi necessário efectuar um balanço hídrico às diferentes áreas da fábrica.

A abordagem às necessidades e ofertas hídricas foi efectuada através de análise de dados documentados, registos de fluxos solicitados, acções específicas desenvolvidas no terreno e validações diárias presenciais dos contadores abrangentes às áreas de estudo.

Os dados analisados nesta fase e que merecem destaque são:

- a) Licença Ambiental nº 40 de 2008 emitido à Instalação SCC – Fábrica de Vialonga.
- b) Subsistemas de Informação (documentos emitidos pela secção das Utilidades referentes aos consumos mensais atribuídos por secção) relativos ao período de Janeiro de 2008 a Junho de 2009
- c) Registos mensais das leituras dos contadores efectuados no mesmo período.
- d) Planta geral da fábrica com devida escala
- e) Registos pluviais do SNIRH – INAG (período de 1 de Julho de 1979 a 30 de Junho de 2009)
- f) Registos de produção (Brassagem, Adegas, Filtração, Malteria e Enchimento)

O tratamento dos dados iniciou-se tendo em conta um carácter mais geral, i.e., verificar a forma como os consumos se distribuem pela fábrica, tanto em volume como em percentagem. Simultaneamente foram estudados os inputs actuais de água na fábrica e a sua variação ao longo do período considerado para estudo (Janeiro de 2008 a Junho de 2009). Para tal, utilizaram-se as leituras dos contadores EPAL e contadores dos sistemas de captação de água subterrânea. Esta análise contribuiu para avaliar, também, a eficiência dos sistemas extractivos de água subterrânea, de forma a possibilitar a detecção de potenciais fugas no sistema.

Após uma observação de carácter mais geral, aumentou-se o nível de detalhe do método de trabalho, passando a fazer-se esta análise em cada uma das áreas de produção. Após a individualização de cada secção, atribuindo a cada uma delas os contadores característicos, procedeu-se ao cálculo dos gastos mensais, por secção, atribuindo a cada valor mensal o respectivo peso no gasto global. Estes cálculos foram efectuados a partir dos valores referidos na alínea c) deste mesmo ponto, valores esses conferidos anteriormente através de leituras e registos pessoais efectuados ao longo de 3 semanas, a dias úteis.

Uma vez que o total não reflecte, meramente, a soma de todas as partes e que a multiplicidade de acções desenvolvidas na fábrica se alia à carência verificada em termos de contadores singulares, para se estabelecer valores de consumo para algumas das actividades desenvolvidas nas secções, teve que se efectuar estimativas através de acções particulares realizadas no campo e extrapolar valores a partir de dados conhecidos.

De forma a simplificar a exposição da metodologia aplicada serão expostas as acções realizadas por secção estudada:

Brassagem

Nesta secção verificou-se a necessidade de quantificar a quantidade de água incorporada no produto. Esse dado foi calculado a partir de dados fornecidos pelos responsáveis da secção, os quais foram parte integrante da seguinte equação:

$$\text{Vol. de Mosto} = \text{Vol. de Água de entrada} + \text{Vol. de Matérias Primas} - \text{Vol. Evaporado} \\ - \text{Humidade das Dreches}$$

Fermentação

A água usada em processos de trasfega do mosto, da Brassagem para esta secção, foi outro procedimento tomado em consideração. Para cálculo deste fluxo foi estimado o volume através da cronometragem do processo e do cálculo do caudal. Para se estimar o caudal, mediu-se o tempo de enchimento de um recipiente, de capacidade igual a 30 litros, com a água da trasfega no decorrer do processo. Uma vez que as distâncias entre a brassagem e as cubas de fermentação variam significativamente, foi seleccionado, com o auxílio de um operador experiente, uma trasfega de percurso médio de forma a se chegar a um valor representativo.

Maturação e guarda

De igual forma ao efectuado na fermentação, estimou-se a água gasta no processo de trasfega para a secção de maturação e guarda. O procedimento adoptado foi em tudo similar ao descrito para a fermentação.

Malteria

Tendo por base o trabalho realizado, nesta secção, durante o 1º semestre de 2008, foram aplicados os dados obtidos nesse trabalho aos dados recolhidos sobre consumos.

Filtração

Nesta secção, uma vez confirmado com o operador de serviço, que a água de trasfega não é enviada para o esgoto, sendo reaproveitada directamente para um tanque tampão para usos de lavagem, não foi possível quantificar este processo. No entanto, um dado que se destacou nesta secção foi a água usada na diluição final da cerveja. Esses dados embora possam ser verificados ao minuto, não são registados. A forma descoberta para estimar esse valor passou novamente por cálculo através de dados existentes e fornecidos pelos responsáveis. Foi aplicada a fórmula:

$$\text{Vol. de diluição} = \text{Volume de saída da filtração} - \text{Volume saído das adegas} - \text{Quebras filtração}$$

Enchimento (Linha de Barris + Linha de Garrafas + Linha de Refrigerantes)

É no enchimento que se verifica o mais variado tipo de gastos de água. Esta variação deve-se à panóplia de equipamentos existentes, cada um com o seu consumo específico. Desta forma foram tomadas acções de listagem do equipamento e tomadas medidas para ir ao encontro do seu consumo médio mensal. Foram solicitados junto dos responsáveis consumos específicos destes equipamentos tendo sido recepcionados e analisados os consumos de:

- Esguichos de lubrificação dos transportadores (dados cedidos pela Empresa E)
- Pasteurizadores de túnel das diversas linhas
- Lavadoras de garrafas retornáveis
- CIP da linha de barris
- Bombas de vácuo
- Dados referentes ao circuito de água recuperada

Torres de refrigeração

Foi solicitado junto dos responsáveis pela Utilidades, os consumos concernentes aos gastos de água das torres de refrigeração. Foram fornecidos os dados referentes à água de reposição das torres, não havendo registos da taxa de evaporação nem do caudal das purgas para que fosse possível aplicar a fórmula para torres de refrigeração de circuito semi-fechado:

$$\text{Vol. Purgas} = \text{Vol. Água de reposição} - \text{Vol. Evaporado}$$

Sendo assim aplica-se um valor teórico calculado segundo dados de Metcalf e Eddy, em que por cada 5,5°C de variação de temperatura, o volume evaporado corresponde a 1,2% do volume da água de reposição.

6.3.1 Análise à potencial oferta da água da chuva

Como referido no ponto 3.3.3 desta dissertação, a água da chuva surge como potencial fonte alternativa de água para uma unidade industrial.

A avaliação do potencial de aproveitamento passou por 3 fases:

I. Calculo dos potenciais volumes captados:

O cálculo dos potenciais volumes interceptados iniciou-se com a divisão das áreas gerais de captação (Anexo II) tendo-se procedido, *a posteriori*, ao cálculo das suas áreas. Para tal foram utilizados métodos de georreferenciação aplicando a medição das diferentes coberturas estimando a sua área real através da escala indicada. A aplicação dos coeficientes de escoamento fez-se de acordo com o Quadro 3.2. Uma vez que os telhados são constituídos maioritariamente por telha esmaltada e cimento o coeficiente de escoamento aplicado no geral foi de 0,90.

Posteriormente com os registos pluviais do SNIRH (Anexo III) foram estimadas as precipitações médias mensais locais. Uma vez que não existe estação meteorológica local, recolheu-se os dados das estações circundantes, nomeadamente, Arranhó, Calhandriz, Sacavém de Cima e São Julião do Tojal. A partir destes dados estimou-se o valor médio mensal.

A estes valores aplicou-se a fórmula descrita no ponto 3.3.3.3.

II. Recolha de amostras:

Foram ensaiados dois pontos de recolha de águas pluviais:

- i. Instalação de um recipiente de recolha directa de água da chuva, colocado num dos telhados da fábrica de Vialonga (figura 6.2)
- ii. Instalação de um recipiente de recolha colocado na extremidade de um tubo colector de águas pluviais. Esse tubo encontra-se ligado a um algeroz que recolhe as águas pluviais captadas de uma cobertura da fábrica de Vialonga. (figura 6.3)



Figura 6.2 – Ponto de amostragem instalado no telhado da fábrica



Figura 6.3 – Ponto de amostragem colocado na base de um tubo de recolha de águas pluviais

III. Análise das águas pluviais recolhidas

Recorrendo ao laboratório foram efectuadas análises laboratoriais às águas recolhidas. As análises e métodos aplicados serão descritos no ponto 6.4 deste trabalho.

6.4 Realização de análises laboratoriais de efluentes e águas pluviais

Destas actividades analisaram-se aquelas cujos efluentes apresentariam maiores potencialidades para reutilização incluindo também a análise às águas pluviais.

As análises foram efectuadas com o auxílio do laboratório central e laboratório da ETAR da fábrica de Vialonga.

No Quadro 6.1 encontram-se indicadas as análises laboratoriais efectuadas pelas várias amostras recolhidas e a respectiva bibliografia do método de análise:

Quadro 6.1 – Análises efectuadas às amostras recolhidas e respectiva bibliografia ou método aplicado

Análise		Bibliografia / Método
1	Alcalinidade	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
2	Dureza total	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
3	pH	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
4	Cloretos	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
5	Cálcio	United Breweries Ltd. Technical Manual Vol. II, Método 31.47.11
6	Sulfatos por gravimetria	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
7	Turvação	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
8	Condutividade	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
9	Sólidos Totais	Método da E.P.A.
10	Sólidos suspensos	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
11	Ferro – Método da Fenantrolina	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
12	Coliformes totais e E.Coli	Método Simplate – AOAC Official Method
13	Fósforo	Kit Merck
14	Azoto total	Kit Merck
15	CQO	Kit Merck
16	CBO5	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
17	SST	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980
18	Oxidabilidade	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 15 th Edition 1980

No Quadro 6.2 encontram-se representadas as amostragens, tipos de recolhas e análises efectuadas:

Neste Quadro, nas células de apresentação das análises efectuadas será atribuída o numero correspondente à análise do Quadro 6.1

Quadro 6.2 – Amostras recolhidas, tipo de amostragem e análises efectuadas às mesmas

Amostra	Tipo de Amostragem	Análises efectuadas
Purgas torres de arrefecimento	Pontual	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17
Água recuperada após tratamento	Resultados laboratoriais cedidos pela SCC	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18
Água recuperada antes de tratamento	Análise composta de com amostrador automático (24h)	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18
Água de trasfega da fermentação para guarda	Amostra pontual	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,14,15,16,17,18
Trasfega do mosto para fermentação (inicial)	Amostra pontual	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,14,15,16,17,18
Trasfega do mosto para fermentação (final)	Amostra pontual	1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,14,15,16,17,18
Águas pluviais (intercepção directa)	Amostra pontual	1,2,3,4,7,9,11,12,17
Águas pluviais (intercepção a partir do telhado)	Amostra pontual	1,2,3,4,7,9,11,12,17
Malteria	Amostra pontual	Dados adaptados do trabalho efectuado na malteria durante o 1º semestre de 2008

7 Apresentação e discussão de resultados

A realização desta tese decorreu entre o início de Janeiro de 2009 tendo terminado em Novembro de 2009. A realização dos trabalhos necessários na Fábrica de Vialonga perdurou até ao final do mês de Setembro. O cronograma seguinte apresenta de forma simplificada os grupos de acções realizadas no decorrer dos últimos 9 meses:

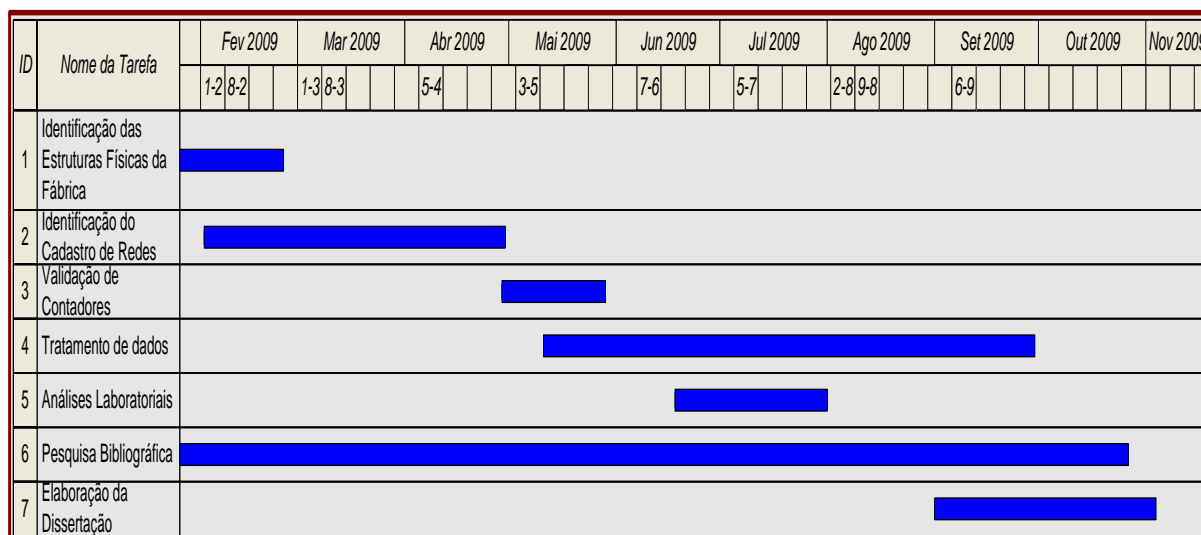


Figura 7.1 – Cronograma de actividades desenvolvidas

Como se pode verificar, as acções que mais se propagaram no tempo foram a identificação do cadastro de redes e o tratamento de dados. Estes dois pontos reflectem, por si só, a complexidade e dificuldades que surgiram no desenrolar deste trabalho. Questões relacionadas com a enorme extensão do próprio cadastro de distribuição e com a enorme quantidade de dados trabalhados estão por base deste trabalho, dificuldades essas que se tentará simplificar na apresentação dos resultados.

A apresentação dos resultados será seguida das devidas discussões, quando se justifique, de forma a estabelecer uma ligação lógica com os resultados seguintes.

7.1 Caracterização das instalações

A avaliação primária efectuada às instalações da SCC permitiu tomar a totalidade da fábrica de Vialonga como objecto de estudo. A fronteira estabelecida para o universo de estudo coincide com o perímetro da fábrica de Vialonga.

Na figura 7.1 obtêm-se uma visão geral da vasta extensão apresentada, neste trabalho como objecto de estudo.

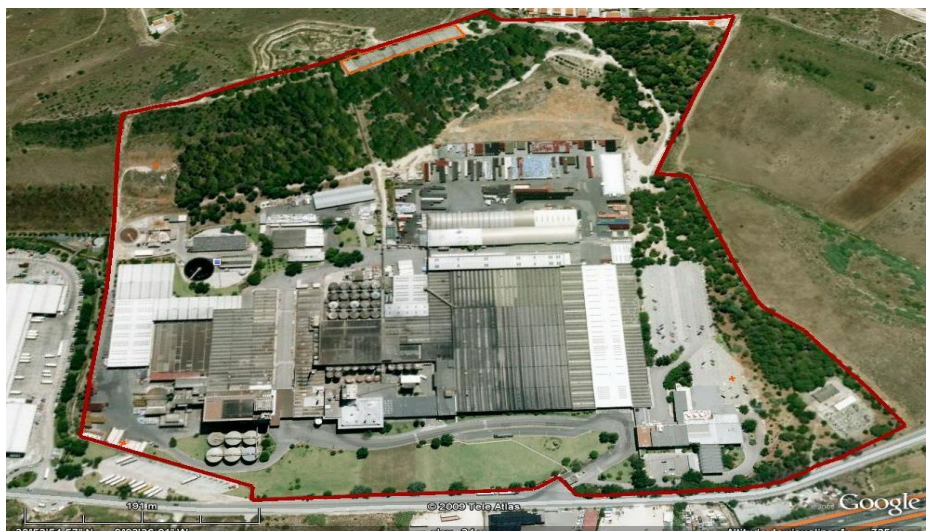


Figura 7.2 – Fotografia aérea da fábrica de Vialonga com o perímetro definido a vermelho

Fonte: Google Earth

No seguimento da visita efectuada às instalações da fábrica definiram-se, logo à partida as secções consumidoras de água:

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| ➤ Malteria | ➤ Enchimento Garrafas |
| ➤ Brassagem | ➤ Enchimento Barris |
| ➤ Adeegas | ➤ Oficinas |
| ➤ Filtração | ➤ Movimento |
| ➤ CO ₂ | ➤ Armazéns Gerais |
| ➤ Laboratório | ➤ Corpo AB |
| ➤ Produção Vapor | ➤ Rede Incêndios |
| ➤ Produção Frio | ➤ Refrigerantes |
| ➤ Secagem Leveduras | ➤ ETAR |

Estas são alimentadas a partir de um sistema de distribuição geral (cisternas – definidas com perímetro laranja na figura 7.1), sistema este, alimentado por duas fontes principais: água da rede pública fornecida pela EPAL e água subterrânea. A água subterrânea é extraída de furos (indicados na figura 7.1 – pontos a laranja localizados nos 4 cantos do perímetro da fábrica) por meio de electrobombas.

Veio-se a verificar que a água EPAL é proveniente de duas fontes distintas: Tejo e Alviela. A SCC celebrou um contrato com a EPAL em cujo contrato, a SCC compromete-se a fornecer água potável à localidade da Verdelha. Desta forma, o balanço de entrada de água EPAL na fábrica de Vialonga é definido pela seguinte fórmula:

$$Vol. \text{ água EPAL} = Vol. \text{ Tejo} + Vol. \text{ Alviela} - Vol. \text{ Verdelha}$$

Visualizou-se a existência de um sistema de recuperação de água associado à secção do enchimento (barris + enchimento de garrafas + enchimento de refrigerantes). Este sistema recupera água de alguns equipamentos e após tratamento distribui essa mesma água para ser reutilizada na própria secção.

Com base nestes dados construiu-se um macro fluxo de água inicial que define sumariamente as fontes de fornecimento e os consumidores de água. Esse diagrama encontra-se disponível no Anexo IV deste trabalho.

A análise aos primeiros dados de 2008 (dados cedidos pela secção das Utilidades), que nos foram entregues, permitiu agrupar e ter uma ideia geral dos maiores consumidores de água. Assim, com base nesses dados foi elaborado o seguinte Figura:

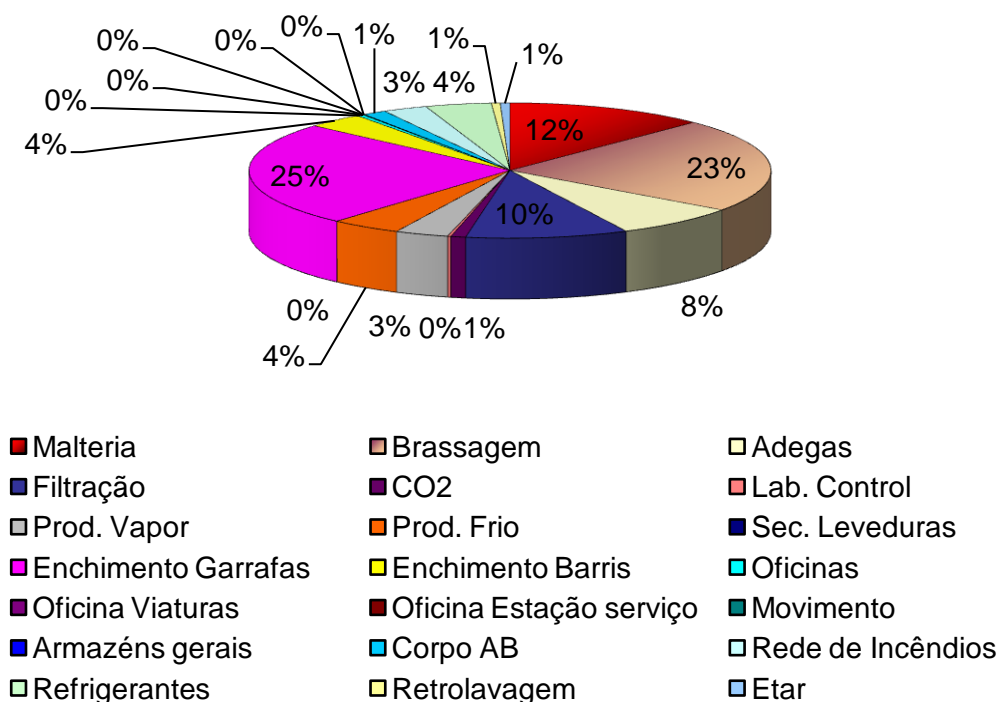


Figura 7.3 – Distribuição percentual dá água na Fábrica de Vialonga durante 2008

Fonte: Utilidades, SCC.

Como se verifica pela análise da Figura, as secções integrantes do processo produtivo (adegas, brassagem, enchimento, filtração e Malteria perfazem juntos 86% do consumo global da fábrica.

A análise do diagrama geral das águas possibilitou elaborar, para estas secções indicadas, fluxos preliminares (Anexo V).

7.2 Levantamento de campo

7.2.1 Verificação da rede de distribuição de água

A validação da rede de distribuição de água permitiu compreender de uma forma mais profunda, o percurso da água na Fábrica de Vialonga. Como foi dito, esta entra nas fronteiras da fábrica por duas vias: uma através da rede de distribuição pública e outra através da extracção de águas subterrâneas. A água é armazenada em cisternas (1 para a água EPAL e 2 para mistura da água EPAL com a água dos furos tratada). Sendo que cada 1 das cisternas encontra-se dividida ao meio poderá considerar-se a existência de duas cisternas de água da rede pública e 4 cisternas contendo água de mistura.

A água subterrânea sofre um pré tratamento consistindo numa desferrização, seguida de uma clorinação antes de ser armazenada. Esta é extraída por parte de 4 furos existentes dentro do perímetro da fábrica. Os furos embora tenham a mesma função, dispõem de profundidades diferentes e volumes máximos de extracção impostos na Licença Ambiental. Estes dados serão abordados nos resultados do Balanço Hídrico.

A validação da rede de distribuição permitiu, localizar os diferentes contadores existentes na fábrica. Estes contabilizam-se em cerca de 70 contadores gerais e muitos outros parciais espalhados pela fábrica. Embora a maioria esteja numerada, esta numeração é aleatória no espaço físico, uma vez que não existe correlação entre a sua numeração e o circuito a que estão agregados. Os contadores, contudo, têm siglas iniciais que permitem separa-los em 3 grupos:

- Contadores “SI” referentes à rede de incêndios
- Contadores “CT”, os mais comuns, são os contadores totalizadores que se encontram espalhados pela fábrica
- Contadores “D” agregados aos descalcificadores



Figura 7.4 – Exemplo de identificação de contador (CT24)

A análise da distribuição dos contadores em conjugação com a validação do cadastro da rede de distribuição permitiu a elaboração de dois diagramas distintos: um para a rede de distribuição de água EPAL e um segundo para a rede de distribuição EPAL + FUIROS. Devido à extensão destes dois diagramas, os mesmos encontram-se dispostos no Anexo VI deste trabalho.

Visualizando os diagramas do Anexo VI constata-se que o início dos diagramas se dá a partir de contadores e não das cisternas. Este procedimento foi tomado devido à ocorrência de acções de manutenção nas cisternas e também ao facto de existir um contador da rede de incêndios (SI4) que tem como ponto de abastecimento, uma das cisternas de água de mistura o que não facilitaria a estimativa de reserva de água existente nas cisternas. Desta forma considerou-se que seria mais viável o início das contabilizações pelos contadores a jusante das cisternas, a partir dos quais, se inicia a distribuição.

Outro facto a considerar é a soma dos contadores CT31 + CT32 como fontes de água EPAL + Furos. Esta simplificação tem origem numa válvula situada numa tubagem, a jusante, que interliga os dois circuitos. O funcionamento da válvula foi verificado e constatou-se que se encontra normalmente aberta. Ora, sendo que existe cruzamento dos fluxos de água entre circuitos, que os mesmos distribuem água de igual qualidade e que os mesmos circuitos terminam no mesmo destino (barrilete de água) foi aplicada esta facilitação. Este barrilete não será contabilizado no balanço uma vez que este tem como exclusiva função redistribuir a água, que lhe chega, para os consumidores finais.



Figura 7.5 – Barrilete de distribuição de água bruta (EPAL + Furos)

Como se poderá ainda verificar, o contador CT67 encontra-se associado na sua totalidade à secção da produção de frio, no entanto verificou-se, especialmente nos períodos de maior calor, que existem gastos de água na Malteria provenientes deste contador. Esta simplificação tem como principal objectivo simplificar as contas do balanço. Outro caso idêntico passa-se com o contador

CT65, que se encontra atribuído às oficinas. Este também contabiliza gastos domésticos existentes na Malteria, no entanto não seria possível quantificar estes valores.

A avaliação das plantas piezométricas e gerais da fábrica também gerou resultados importantes. Constatou-se que, ao contrário do que seria pensado pelos responsáveis das Utilidades, o contador CT65 estava a ser mal contabilizado, i.e., segundo as plantas, este contador, seria subsequente do contador CT55 pertencente à rede EPAL+Furos. O controlo local permitiu detectar um corte na tubagem e uma alteração ao circuito, verificando-se a alteração da ligação da tubagem que serve o CT65. Actualmente, o contador CT65 encontra-se ligado à rede EPAL sendo subsequente ao contador CT57.



Figuras 7.6 e 7.7 – Local de corte da tubagem que serve o contador CT55

Este erro, apresentou-se como um desafio uma vez que a tubagem nova que serve o CT65 passar subterraneamente, tendo sido necessárias muitas horas de investigação no terreno para encontrar a solução.



Figura 7.8 – Momento da descoberta da inclusão subterrânea da tubagem que actualmente serve o contador CT65

Outras situações que se verificaram, no decorrer deste processo prenderam-se com a inacessibilidade de alguns contadores e a não inclusão total de duas linhas de enchimento de garrafas (linhas 1 e 4) no balanço geral do enchimento. Este último facto deve-se à tubagem geral, que serve estas duas linhas, se encontrar a montante do contador geral de água bruta do Enchimento de Garrafas (CT24 – figura 7.2). De facto, existe um contador geral implantado para estas duas linhas, o que foi no entanto verificado, é que a leitura do mesmo contador é impossível devido ao mesmo se encontrar junto ao tecto, com o mostrador virado para cima.



Figuras 7.9 e 7.10 – Imagens do contador geral das linhas 1 e 4 do enchimento

Estas conjunturas, aliadas à carência verificada em contadores para vários consumidores finais vem impor restrições ao cálculo do balanço hídrico.

7.2.2 Verificação de procedimentos

O estabelecimento de diálogos com os responsáveis das várias secções fabris, possibilitou listar as actividades principais e devidos consumidores atribuídos por secção. Essas actividades e consumidores encontram-se listados no seguinte Quadro:

Quadro 7.1 – Processos, operações e usuários finais de água

Secção	Processos	Operações com Uso de Água
Malteria	Produção de Malte: Molha, Germinação e Secagem	Lavagens de equipamentos e instalações, Maltagem, WC's
Brassagem	Produção de Mosto: Empastagem, Calda, Ebulição; Arrefecimento do Mosto; Propagação de Leveduras	CIP's, lavagens de equipamentos e instalações, Fabrico, Arrefecimento do mosto, WC's e balneários, Trasfegas de Mosto, arrefecimento de bombas
Adegas	Fermentação e armazenamento da cerveja fermentada antes do envio para Filtração	Trasfegas de cerveja, lavagens de equipamentos e instalações, CIP's, WC's e balneários, recuperação de leveduras

Filtração	Filtração, diluição e armazenamento da cerveja filtrada	Trasfegas de cerveja, centrifuga, diluição de cerveja filtrada, lavagens de equipamentos e instalações, CIP's, WC's, Outras (diluição de Kieselghur, de aditivos e aromas p cerveja,...)
Enchimento de Garrafas e Latas	Enchimento de garrafas e latas e respectivo empacotamento (grades ou "pack's");	Pasteurizadores (de Túnel e Flash), bombas de vácuo, Lavadoras de Grades, Lavadoras de garrafas retornáveis, Enchedoras de garrafas e latas, rinsers, Lavagens de equipamentos e instalações, lubrificação de tapetes transportadores, CIP's, WC's, balneários e similares (lavatórios, lava-olhos, etc)
Enchimento de Barris	Enchimento de Barris de cerveja e seu acondicionamento	Pasteurizador Flash, Lavadora/Enchedora de Barris, Lavadora Exterior de Barris, Lavadora Interior de Barris, Lavagens de equipamentos e instalações, CIP, WC's, balneários e similares, Lubrificação de tapetes transportadores
Refrigerantes	Fabrico de refrigerantes e enchimento em barris; Enchimento de garrafas de Cerveja;	Fabrico de Refrigerantes, Rinsers, bomba de vácuo, Lavadora de Grades, Pasteurizador de Túnel, Enchedora/Lavadora Interior de Barris, Enchedora de Garrafas, Lavadora de Garrafas Retornáveis, Lavagens de equipamentos e instalações, CIP, Lubrificação de tapetes transportadores
ETAR	Gradagem/tamizagem; Remoção de óleos e gorduras; Equalização e neutralização; Decantações; Digestão Anaeróbia; Arejamento; Clarificador/floculador; Osmose Inversa	Lavagens de equipamentos e instalações, WC's
ETA	Arrefecimento de água, desferrização e filtração	Retrolavagem dos Filtros
Rede Incêndios		Combate a incêndios, Rega, outras
Corpo AB (administrativo)		Usos semelhantes aos domésticos
Laboratório		Usos laboratoriais, usos semelhantes aos domésticos

Uma questão indispensável tocada durante esta fase prende-se com as características qualitativas da água usada nos variados processos. No Quadro 7.2 encontra-se exposto os tipos de tratamento, aplicados à água a montante dos processos. O levantamento realizado encontra-se de acordo com a informação recolhida junto do pessoal responsável.

Quadro 7.2 – Tratamentos de afinação de qualidade para utilização específica

Tipo	Tratamento	Utilização
Água EPAL	Acidificação/ decarbonatação	➤ Fabrico de Cerveja
	Descalcificação, Desarejamento, Arrefecimento, Carbonatação, Desinfecção	➤ Diluição de cerveja
	Descalcificação	➤ Fabrico de refrigerantes ➤ Caldeiras
	Desionização	➤ Laboratórios
	Sem tratamento	➤ Cantina

		➤ Balneários
	Químico (anti-bacteriano, algicida, anti-incrustante, anti-corrosivo)	➤ Produção de frio
Água Subterrânea	Desferrização / Clorinação	➤ Mistura com água EPAL
Água Bruta (EPAL + Furos)		➤ Uso industrial ➤ Balneários ➤ Combate a incêndios ➤ Rega ➤ Lavagens ➤ Usos diversos

7.3 Balanço hídrico: necessidades e oferta

A elaboração do balanço hídrico da fábrica de Vialonga, conta com dados recolhidos ao longo dos vários meses de estágio. Como foi visto, através da validação exaustiva do sistema de abastecimento de água, existem alterações funcionais em algumas secções, que quando medidas e comparadas com os dados oficiais da SCC (subsistemas de Informação), elaborados pela secção das Utilidades, irão naturalmente divergir.

Neste subcapítulo, devido à quantidade de dados tratados, na maioria dos resultados tentar-se-á apresentá-los sob forma gráfica a fim de facilitar o seu entendimento. Os dados trabalhados serão na sua maioria colocados em Anexo.

A avaliação da licença ambiental contribuiu para se tornarem conhecidas as características de cada furo da fábrica de Vialonga. Estes são apresentados de forma simplificada no Quadro a baixo:

Quadro 7.3 – Especificações dos furos

Furo	Profundidade máxima do sistema de extração	Equipamento de extração	Caudal máximo instantâneo (l/s)	Volume mensal máximo (m3)
8	1000	Electrobomba	5	12960
9	836		6,1	16300
10	670		11	29760
11	444,75		6,9	18600

De acordo a análise dos dados constantes nos Anexos VII e VIII, de entrada na fábrica durante o período considerado para estudo, os consumos de água têm variado da seguinte forma:

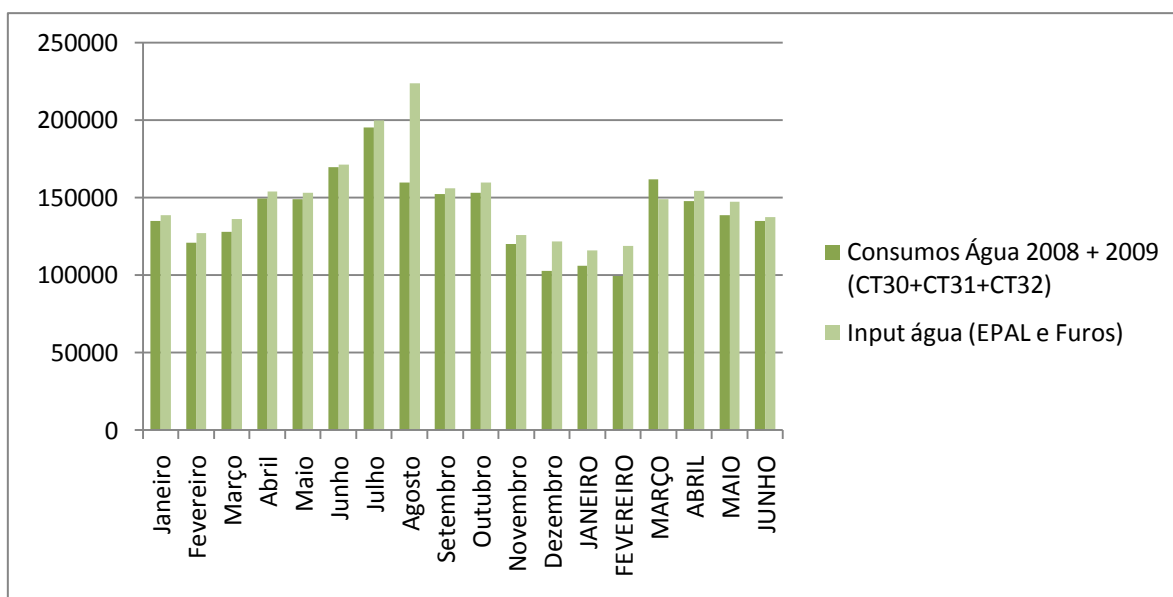


Figura 7.11 – Evolução dos Inputs e Consumos respectivos entre Janeiro de 2008 e Junho de 2009

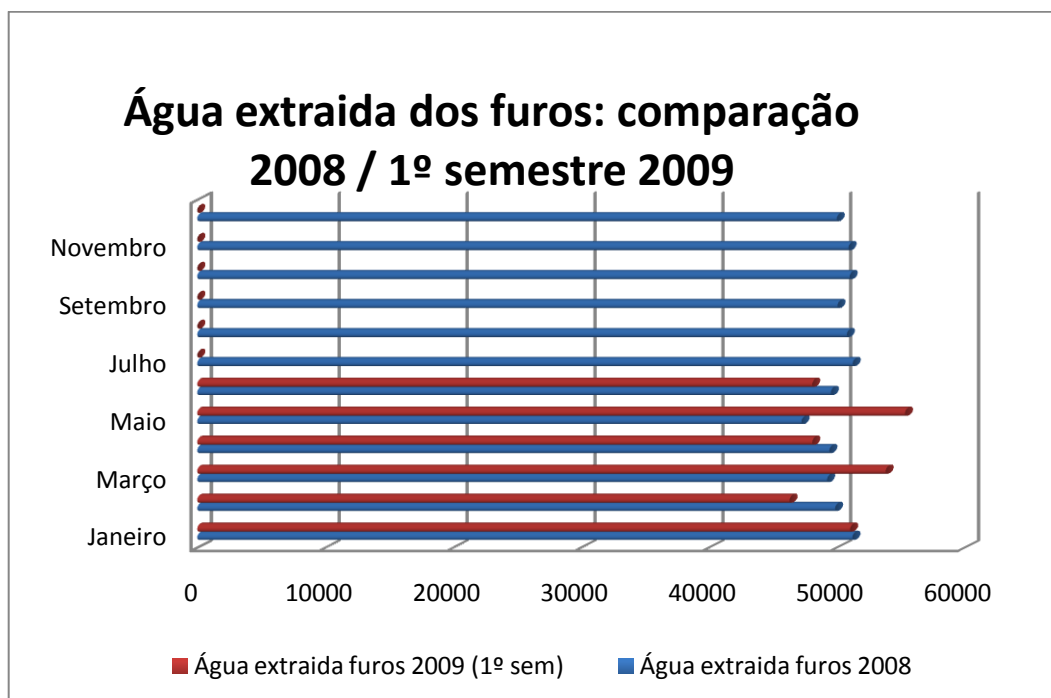


Figura 7.12 – Quantidade de água subterrânea extraída (Jan 2008 – Jun 2009)

Como se pode verificar, os consumos no 1º semestre deste ano, comparativamente ao mesmo período de 2008, têm apresentado uma tendência decrescente. A extracção de água dos furos, no entanto, apresenta uma evolução similar a 2008.

Ao efectuar-se uma comparação dos volumes extraídos, dos furos, com os volumes máximos mensais permitidos para extracção (Quadro 7.2), constantes na Licença Ambiental, verifica-se que estes se encontram bastante abaixo do pico máximo:

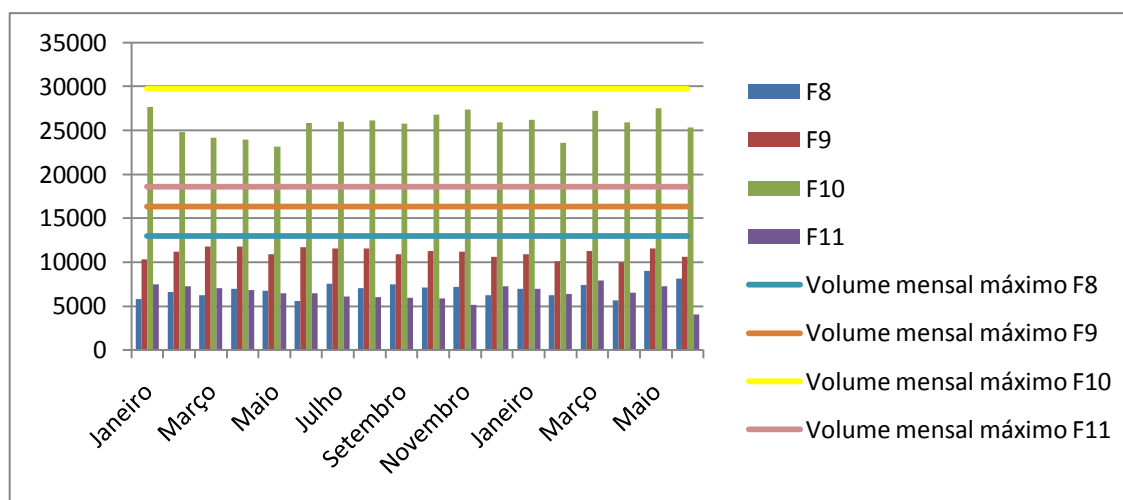


Figura 7.13 – Quantidade de água subterrânea extraída comparada com os valores máximos admissíveis (Jan. 2008 – Jun. 2009)

Trabalhando estes resultados em termos percentuais verifica-se que o furo 8 se encontra a extrair no intervalo entre os 43% e os 70%, o furo 9 extrai entre 62% e 72%, o furo 10 entre 78% e 93% e finalmente o furo 11 que se encontra a extrair no intervalo de 28% e 42,5% do volume máximo admissível.

Mesmo com esta situação, verifica-se que o volume de água extraída e contabilizada pelos contadores dos furos é inferior à água que entra na ETA. Uma comparação entre o volume total extraído e o volume total de entrada no desferrizador contabilizado pelo contador CTA apresenta diferenças alarmantes:

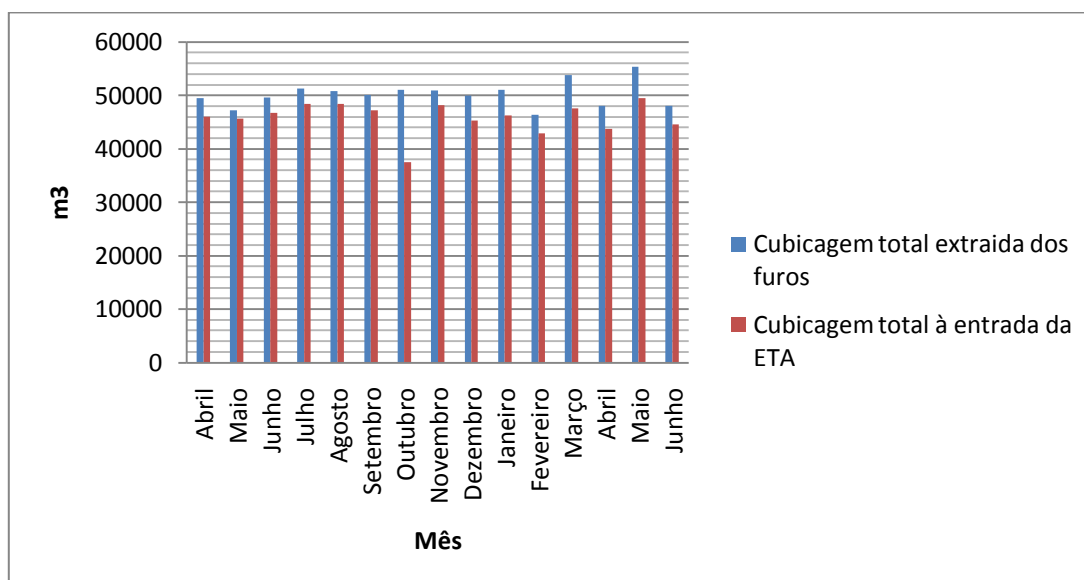


Figura 7.14 - Controlo da extracção de água subterrânea (Abr. 2008 – Jun. 2009)

Os dados apresentados confirmam que as cubicagens controladas são diferentes. Esta situação poderá indiciar ou uma descalibração de algum contador ou a existência de alguma fuga na tubagem. Esta situação foi averiguada e reparou-se que no furo situado próximo à ETAR, mesmo após uma

semana sem ocorrência de chuva, o solo encontrava-se lamacento. Estes dados foram devidamente registados e comparados com solos adjacentes ao local:



Figura 7.15 e 7.16 – Registos visuais do solo junto a um dos furos



Figura 7.17 – Registo visual do solo junto a um dos furos

Como se pode observar pelas imagens, o solo na área por onde passa a canalização de água subterrânea extraída por um dos furos, encontra-se bastante lamacento deixando a marca de pegada. A sensivelmente um metro de distância, como se comprova pela figura 7.11, o solo encontra-se seco, havendo formação de crosta.

No entanto, esta situação poderá ser meramente casual, sendo o erro causado pelo distanciamento entre contadores e a diferença entre os tempos de leitura correspondentes.

Quantificados os inputs de água na fronteira do nosso objecto de estudo, há que afinar o estudo e induzir a procura de efluentes com potencial interesse de reutilização. Desta forma, surge a

necessidade de caracterizar a forma de uso da água dentro das fronteiras do universo de estudo e focalizar pontos de interesse tendo em consideração a relação quantidade/qualidade.

Após os resultados obtidos em 7.2 e 7.3 é possível efectuar um balanço geral para cada uma das secções fabris. Seguidamente serão apresentados balanços para cada uma das áreas sendo apontados os pontos de maior interesse. Para cada uma das áreas foi considerado os contadores integrantes, os quais poderão ser consultados nos diagramas apresentados no Anexo VI.

7.3.1 Enchimento de Barris

Nesta secção a fórmula aplicável para o cálculo do balanço é a seguinte:

$$\text{Consumo Barris} = (CT4 - CT10) + CT46 + D6$$

Aplicando a formula aos dados constantes em Anexo poderá analisar-se a evolução de consumos nesta mesma secção (ver dados dos Anexos VII e VIII):

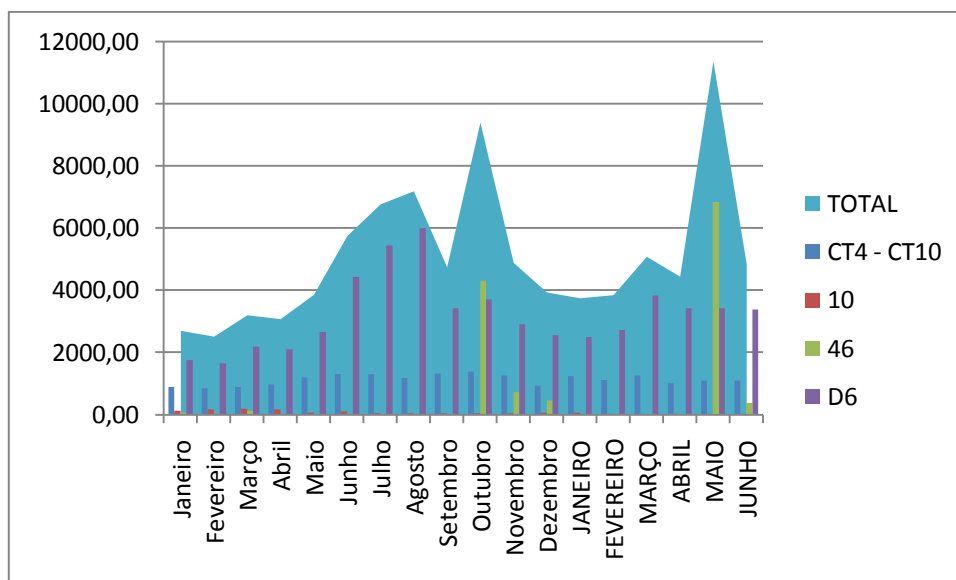


Figura 7.18 – Evolução do consumo na secção de enchimento dos barris (Jan2008 – Jun2009).

A Figura representa o consumo total da secção em fundo e em barras as variações dos contadores parciais

Nesta secção entram 4 tipos de água com índices de qualidade diferente:

- Água descalcificada (D6) usada para forrar o pasteurizador flash, para efectuar CIP, utilizada na máquina de enchimento e lavagem interna dos barris (maior consumo parcial).
- Água bruta (CT4) utilizada em mangueiras, lubrificação de tapetes, WC, Arrefecimento de bombas e outros processos.
- Água recuperada – esta água entra no circuito de mangueiras de água recuperada e utilizada na lavadora externa de barris.

- Água EPAL (CT46) – antigamente utilizada na geração de vapor, processo esse já extinto. Os picos registados em Outubro 2008 e Maio de 2009 são consumos anómalos que não têm explicação.

Da análise à Figura 7.5 verifica-se que o consumo total é dirigido principalmente pelos consumos de água Descalcificada, coincidindo com o consumo adjacente ao maior número de equipamentos usuários de água. Em contacto com responsáveis do sector obtivemos os consumos relativos à água gasta em CIP (ver Anexo X) e água gasta na lubrificação dos transportadores (Anexo XI). Estes dois consumos estão agregados a contadores diferentes sendo a água da CIP atribuído ao D6 e a lubrificação ao CT4.O Quadro seguinte é respeitante ao peso de dos consumos considerados aos contadores inerentes:

Quadro 7.4 – Peso relativo de consumidores parciais sobre os contadores inerentes

%CIP (D6)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	35,94%	34,59%	28,14%	31,96%	30,73%	16,88%
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	14,04%	12,42%	26,18%	27,50%	32,19%	27,32%
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
%Lubrificação (CT4)	37,38%	25,18%	19,83%	18,36%	18,23%	22,85%
	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	5,27%	6,05%	7,93%	6,35%	7,17%	9,71%
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	10,15%	9,78%	5,52%	4,39%	3,74%	6,12%
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	3,69%	5,51%	5,38%	6,81%	7,63%	10,95%

Com os dados disponíveis não é possível individualizar um efluente cujo caudal justifique uma análise aprofundada. Embora o volume gasto na CIP seja significativo, de acordo com os responsáveis, e bibliografia consultada (40), o método de funcionamento das CIP já integra um passo de recuperação da água da última CIP no primeiro enxaguamento da CIP seguinte.

7.3.2 Linha de Refrigerantes

Esta linha, normalmente designada por Linha R, encontra-as actualmente encarregue do enchimento das garrafas de 1 litro, de cerveja. Durante o decorrer do estágio profissional, foram poucos os dias verificados em que se procedeu ao enchimento de refrigerantes, exceptuando casualmente o enchimento efectuado pela linha de enchimento de barris de refrigerantes.

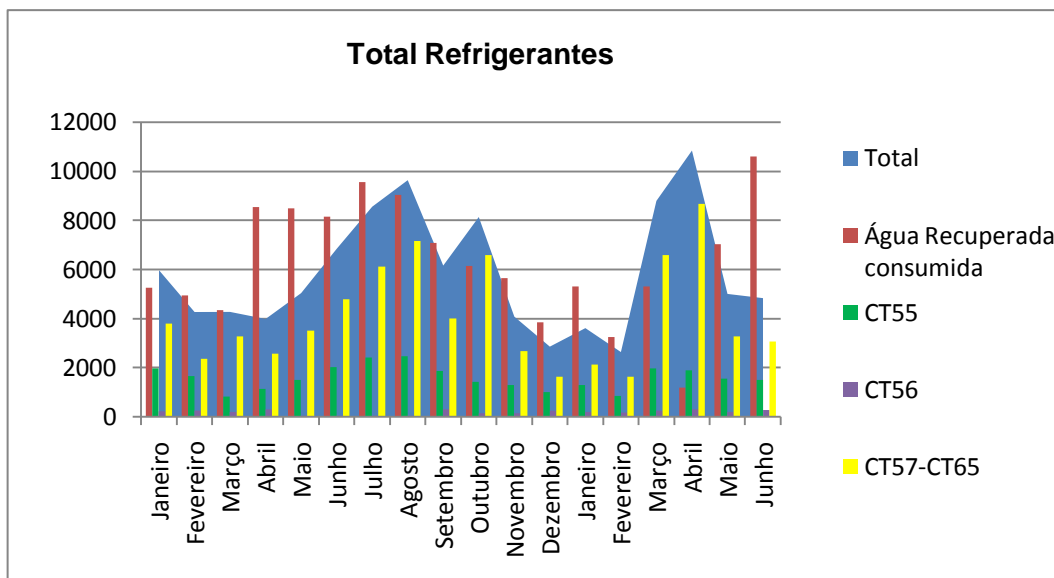


Figura 7.19 – Evolução do consumo na secção de enchimento de refrigerantes (Jan2008 – Jun2009). A Figura representa o consumo total da secção em fundo e em barras as variações dos contadores parciais. Figura elaborada com base nos dados dos Anexos VII e VIII

Nesta secção, o levantamento de actividades permitiu identificar 4 tipos diferentes de qualidade de água à entrada:

- Água Bruta (EPAL + Furos) contabilizada pelo CT55 e que distribui água para Bomba de vácuo, rinsers, Lavadora de grades, Lubrificação de bomba Tanquetas, Rotuladora, Lasers, Doseadora de Lubrificante, Enchedora e mangueiras.
- Água EPAL vinda do permutador iónico, sendo a entrada com maior índice de qualidade, contabilizada pelo CT56. Usada na diluição de xaropes para refrigerantes
- Água EPAL sem tratamento (CT57-CT65). Esta água também se distribui para várias operações tal como Pasteurização Túnel, CIP, enchimento barris, mangueiras, e recuperação água p/mangueiras.
- Água recuperada. Esta água tem como destino principal o pasteurizador de túnel. Esporadicamente este afluente alimenta também a lavadora de garrafas.

Ao analisar-se a Figura, denota-se que o consumo geral desta secção é impulsionado pelo CT57 – CT65 e que os gastos de água recuperada mostram-se similares com o consumo geral de águas das cisternas. Com estes dados consegue-se deduzir a fraca produção de refrigerantes (baixo consumo do CT56) e a opção tomada de encher cerveja na linha R. Maiores consumos de água EPAL sem tratamento indicia maiores consumos de pasteurização (comprovado também pela oscilação da água recuperada), maior número de CIP, mais água gasta em mangueiras e recuperação de água para circuitos de mangueiras.

Um dos pontos analisados e que merece especial atenção, devido ao potencial apresentado, é o o volume de água recuperada que se produz na linha R em comparação com a que se gasta:

Quadro 7.5 – Relação produção/consumo de água recuperada. Calculada segundo dados do Anexo IX e Quadro seguinte

Água Recuperada (consumo/produção)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	81,49%	87,63%	98,20%	97,01%	88,09%	92,27%
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	104,60%	113,64%	175,11%	94,91%	85,91%	85,59%
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	80,40%	81,63%	72,87%	-	-	-

Segundo o que foi indicado, pelos devidos responsáveis, nesta linha a água recolhida pelo sistema de recuperação de água na Linha R é correspondente aos gastos do pasteurizador de túnel adicionado da água dos rinsers, lavadora (quando funciona) e água da bomba de vácuo. Segundo observações feitas no terreno, este rácio poderia ser diminuído, ou seja, verificou-se que em certas alturas, a bombagem de água recuperada não iguala consegue igualar o caudal de água produzida ocorrendo vertimentos para o esgoto.

7.3.3 Enchimento de garrafas

Nesta secção é onde se procede ao enchimento da maior parte da cerveja produzida na fábrica de Vialonga, sendo naturalmente o maior consumidor de água de toda a instalação fabril. Os consumos, contudo, prendem-se maioritariamente com o funcionamento de maquinaria.

Os índices de qualidade aqui verificados são:

- Água EPAL, contabilizada pelo contador CT27, para rinsers e esguichos;
- Água bruta, contabilizada pelo contador CT24 (CT24 – D4 – D5 - D6), para lava-olhos, mangueiras, pasteurizadores, lavadoras, bombas de vácuo e outros;
- Água descalcificada, produzida nos descalcificadores e contabilizada pelos contadores D4 e D5, para CIP;
- Água recuperada para pasteurizadores das linhas 1 e 4 e mangueiras.

A água recuperada é originada, na sua maioria, nesta secção verificando-se que à data existe uma maior produção do que consumo da mesma (Anexo IX):

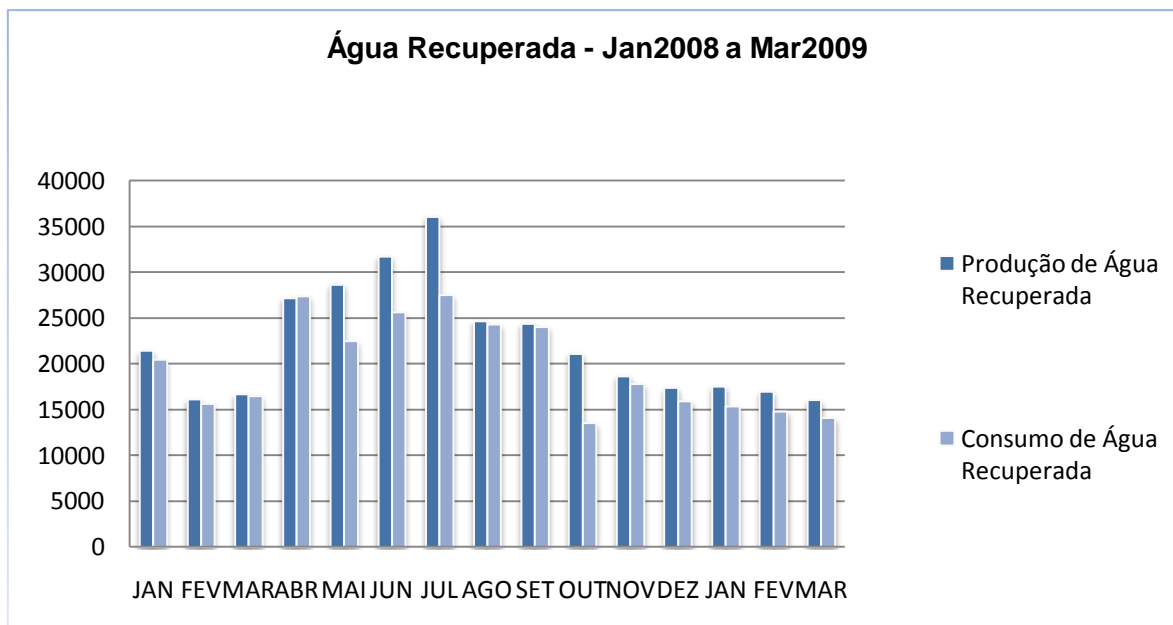


Figura 7.20 – Evolução do consumo e produção de água recuperada

Os produtores mais representativos desta água são para além dos apresentados na Linha R, são os pasteurizadores das linhas 1 e 4, lavadoras de garrafas das linhas 3 e 5 e rinsers das linhas 1 e 6. As lavadoras de garrafas, além de fornecerem água para o sistema de recuperação de água, também fornecem água, para as lavadoras de grades (misturando com água bruta) que no final do processo a enviam para o esgoto. Não sabendo os gastos relativos às lavadoras de grades não se poderá balancear este gasto.

Se efectuarmos a comparação entre os inputs totais de água (água bruta, água EPAL e água recuperada), nesta secção, e os maiores consumidores identificados (lavadoras de garrafas, pasteurizadores de túnel, lubrificação e bombas de vácuo) verificamos o seguinte:

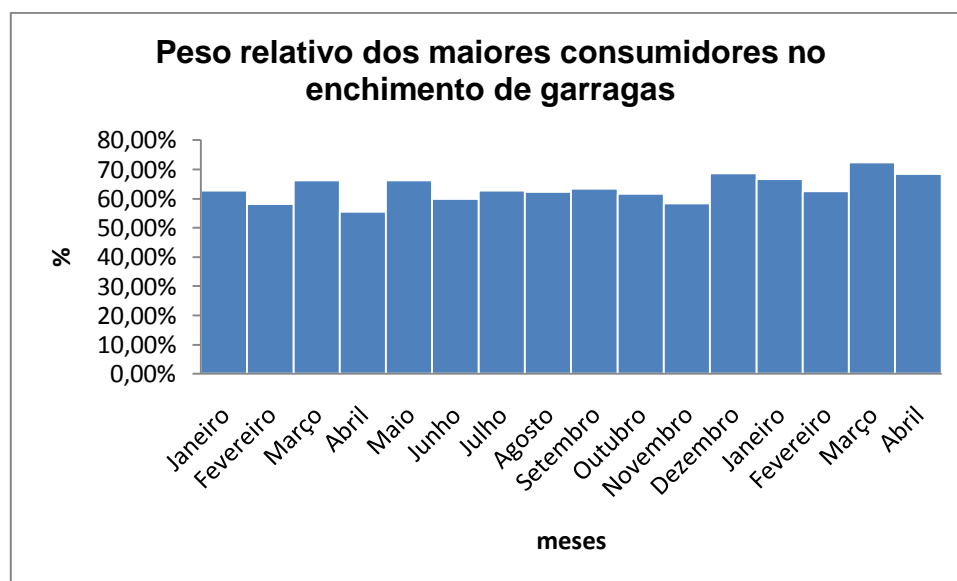


Figura 7.21 – Peso relativo dos maiores consumidores no enchimento de garrafas

Como se verifica, estes 4 equipamentos, consomem 60% do total de água de entrada nesta secção, ficando os restantes 40% para os restantes equipamentos e processos, tais como, CIP, mangueiras, pasteurizadores flash, enchedoras, etc. Uma vez que não existem contadores à entrada dos restantes equipamentos não foi possível efectuar um balanço mais concreto à secção.

Dois sistemas que se verificaram estarem a ser alimentados apenas com água bruta, sendo o seu efluente completamente descartado foram as bombas de vácuo e o sistema de lubrificação de tapetes. Embora estejam a utilizar água bruta, o índice de qualidade destes dois processos não necessita ser de tão grande qualidade pois a mesma água não entra em contacto directo com o produto final.

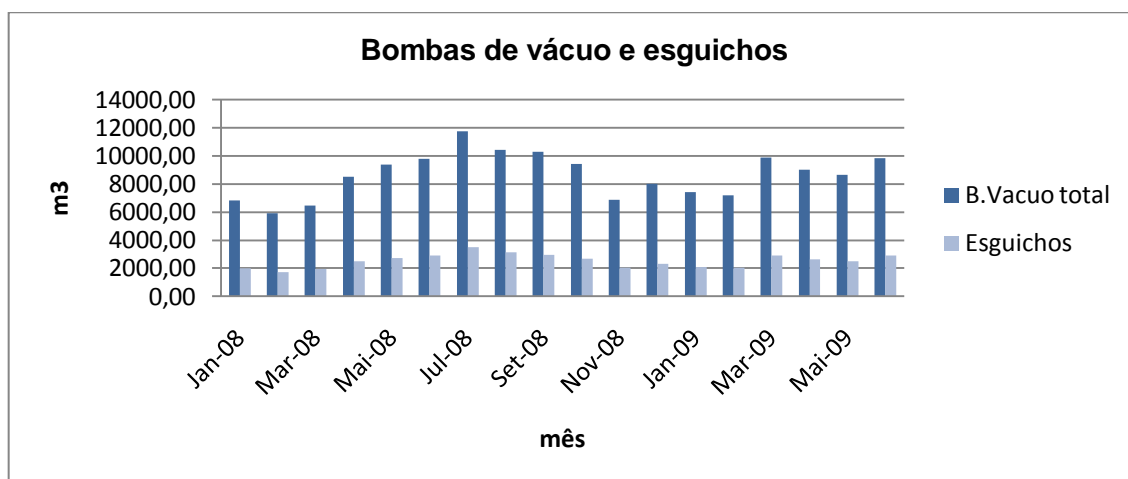


Figura 7.22 – evolução do consumo na secção de bombas de vácuo e esguichos das linhas 1 a 6 (calculado segundo os dados constantes nos Anexos XI e XII).

Somando estes dois valores e comparando percentualmente com o valor total de água que chega abastece as linhas de enchimento:

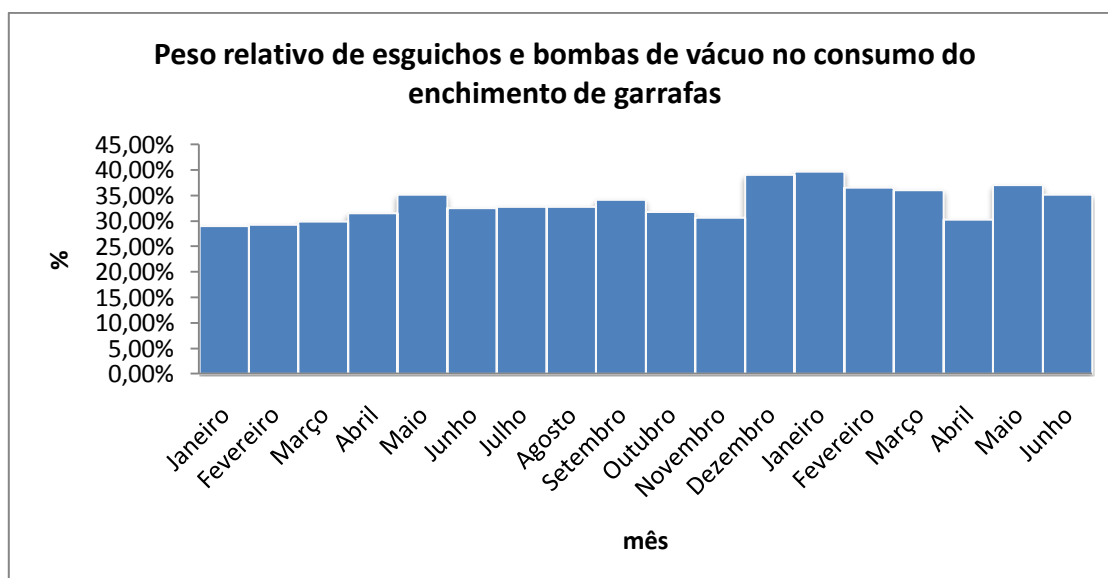


Figura 7.23 – Peso relativo de esguichos e bombas de vácuo no consumo do enchimento de garrafas

7.3.4 Malteria

Esta secção, comparada às outras secções, foi a mais simples de quantificar. Nesta secção verificou-se que o “*modus operandis*” não se altera ao longo do ano, tendo uma produção relativamente fixa e com gastos facilmente quantificados.

O consumo nesta secção é dado essencialmente a partir do contador CT36 (água EPAL + Furos). O consumo desta secção distribui-se conforme a seguinte Figura:

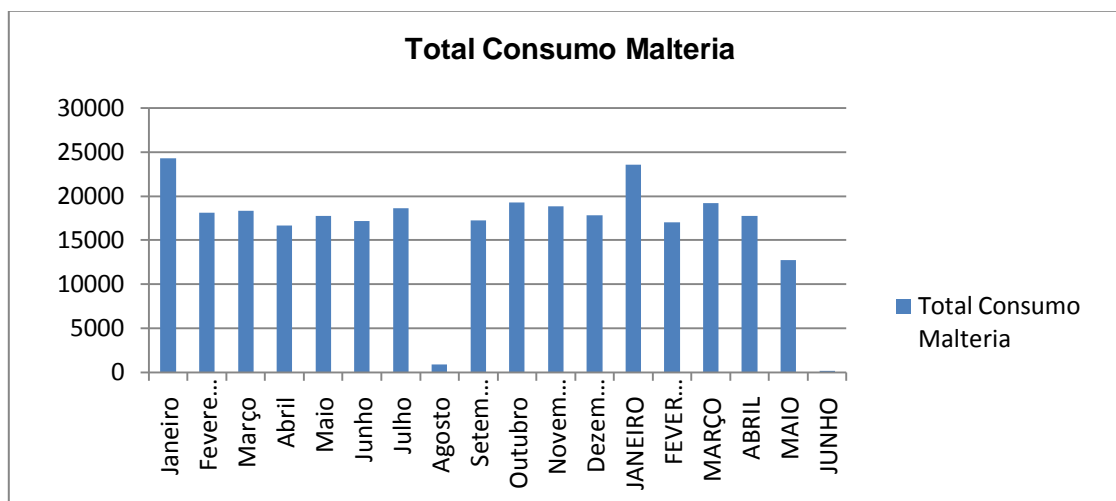


Figura 7.24 – Consumo, em m³, do processo de fabrico de malte

Como se verifica na Figura o consumo é relativamente estável, à excepção dos meses de Agosto, em que para a produção, e Janeiro onde a produção é mais intensiva. A redução verificada em Maio e Junho de 2009, deve-se essencialmente a intervenções efectuadas nesta secção, tendo-se de fechar a mesma. Esta intervenção levou à paragem de produção de malte nos meses de Junho, Julho e Agosto de 2009.

Reportando ao trabalho efectuado, nesta mesma secção, no 1º semestre de 2008, apresentado aos responsáveis da SCC e várias vezes discutido em reuniões no decorrer do estágio profissional, o balanço percentual, para as actividades com maior gasto de água, nesta secção é o seguinte:

Quadro 7.6 – Distribuição de consumos de água na secção da Malteria.

Molha		Germinação
1ª Molha	2ª Molha	
40,9%	34%	25,1%

Analisando a entrada de água com estas percentagens obtém-se o seguinte resultado:

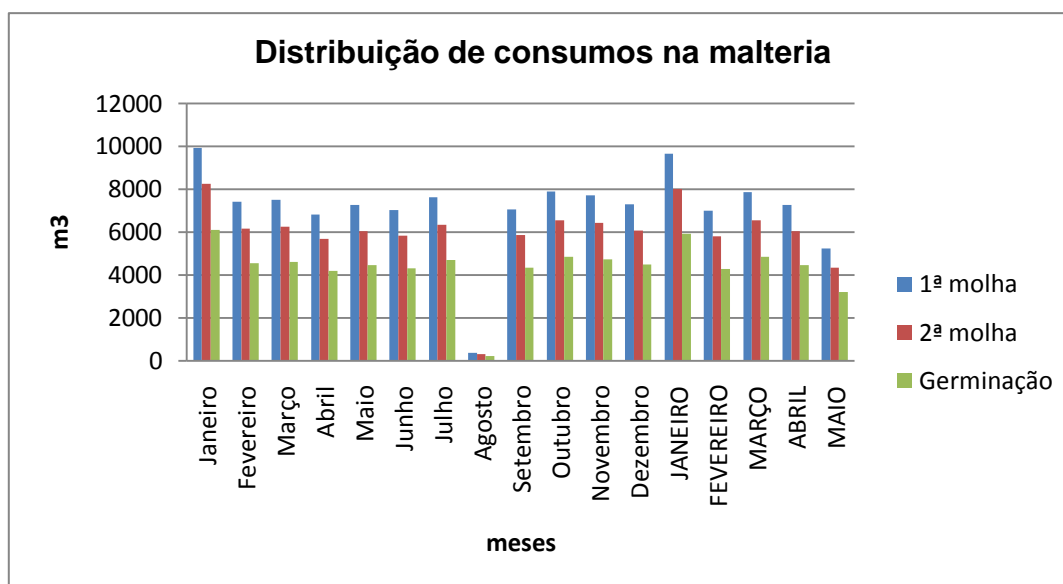


Figura 7.25 – Distribuição de consumos na malteria

7.3.5 Brassagem

Esta é a secção em que maiores foram as dificuldades de acompanhar o sistema de distribuição de água. A complexidade desta secção prende-se não só com a rede de distribuição mas também com a distância que esta percorre, interligação com redes de água fria e redes de água quente, existência de permutação calorífica, existência de tanques de armazenamento de água quente com tubagens de sentido duplo e inexistência de contadores suficientes para a elaboração de um balanço concreto. O cálculo dos volumes associados à brassagem é alcançado pela seguinte fórmula:

$$Brassagem (m^3) = CT23 + CT11 - (CT59 + CT62) + CT12 + CT25 + \text{fluxo indeterminado} - CT38$$

A esta secção estão associadas sete funções associadas ao uso da água:

- Fabrico de mosto
- CIP
- Arrefecimento de mosto por permuta calorífica
- Trasfega do mosto para a fermentação
- Refrigeração de bombas hidráulicas
- Mangueiras
- Sanitários e Balneários

Através de dados fornecidos, por responsáveis esta secção, foi possível determinar os volumes associados à incorporação no produto. Estes dados são os seguintes:

Quadro 7.7 – Grau plato (massa de extracto por massa de mosto)

op Massa extracto/massa de mosto	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	14,24	14,19	14,22	14,12	14,13	14,19
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	14,35	14,22	14,36	14,36	14,28	14,43
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	14,43	14,48	14,41	14,25	14,41	14,28

Quadro 7.8 – Massa volúmica do mosto

P/V	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	15,03	14,98	15,01	14,89	14,9	14,98
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	15,15	15	15,16	15,17	15,08	15,25
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	15,24	15,3	15,23	15,05	15,23	15,08

Quadro 7.9 – Hectolitros de mosto produzido

Mosto (hl)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	218473,0	144633,0	207102,0	231755,0	250845,0	251175,0
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	285095,0	269969,0	232859,0	235992,0	160932,0	154892,0
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	146527	168092	237111	195732	228480	244404

Quadro 7.10 – Dreches produzidos

Dreches (Kg)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	3139820	2219860	2938140	3580460	3983320	3675260
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	4509260	4260340	3504780	3552980	2423640	2617500
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	2617500	2617500	2617500	2617500	2617500	2617500

Considerando estes valores, uma taxa de evaporação média de 5,7% e uma humidade média dos dreches de 72% alcançou-se os valores de incorporação no produto e os volumes desperdiçados por evaporação e para a tremonha dos dreches. Estes valores comparados com o consumo final:

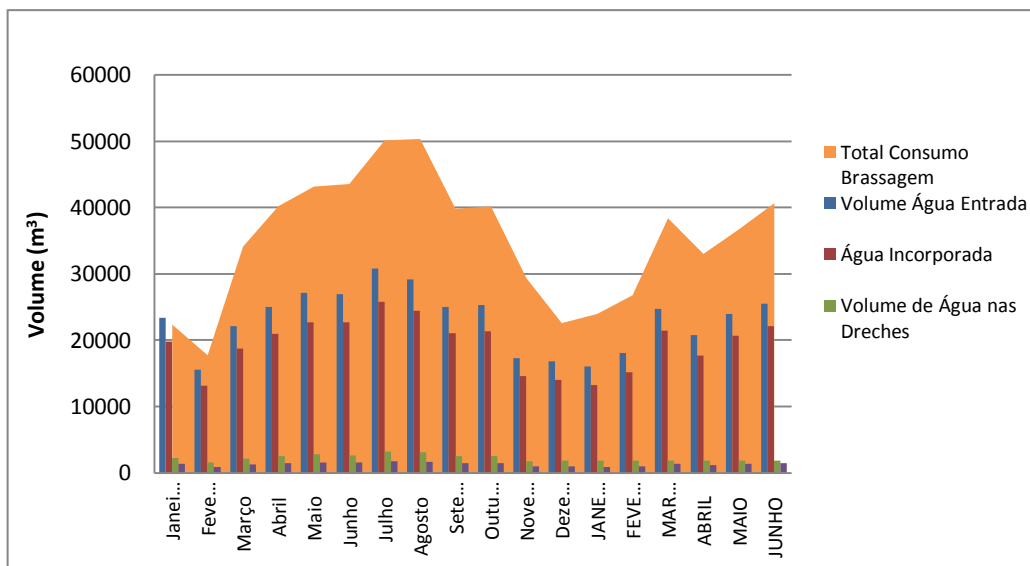


Figura 7.26 – Volumes gastos na produção de mosto

Examinando a Figura consegue-se visualizar que a maior percentagem de água gasta nesta secção é incorporada no produto. Este fluxo provém do contador CT25 ao qual é retirado o fluxo que passa através do contador CT38. No entanto ao efectuarmos uma comparação de dados comprovamos que o volume incorporado no produto é sempre mais baixo que o contabilizado nos contadores, à excepção do início do ano de 2008 onde as posições se invertem. Relativamente aos dados serem, geralmente, mais baixos prende-se com o facto de o fluxo proveniente do contador CT25 ser utilizado também no arrefecimento do mosto e alimentação de água quente (após permuta de calor com o mosto) a várias CIP's (3 associadas à brassagem, 2 às adegas e 1 à filtração). A diferença positiva registada na comparação poderá resultar do uso de água abastecida a partir dos tanques de armazenamento de água quente existentes na brassagem.

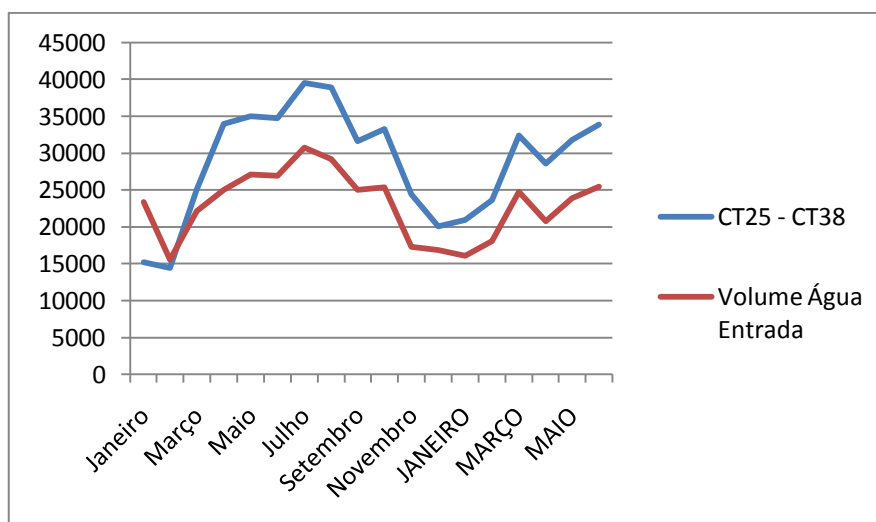


Figura 7.27 – Comparação entre CT25-CT38 e volume de água para a produção de mosto

O contador CT23 serve o sistema de refrigeração de bombas hidráulicas e alimenta a rede dos balneários e WC's. E os restantes contadores (CT11, CT59 e CT62) estão, principalmente, ligados a CIP's. O sistema de mangueiras encontra-se distribuído pelos contadores indicados neste parágrafo.

Existe um processo que originalmente se encontra associado à secção de Fermentação, Maturação e Guarda que está associada aos gastos da Brassagem – a trasfega do mosto. Para se proceder à trasfega a tubagem é forrada com água EPAL, de seguida é enviado o mosto a “empurrar” a água. Este processo inicia-se com a água a ser descarregada para o chão, nas instalações da fermentação, até o operador detectar a cerveja na tubagem. A partir daqui são fechadas as válvulas que abrem a tubagem para o exterior e é aberta a válvula para o fermentador. O mosto final é novamente empurrado com água até o operador verificar a situação inversa à anterior e inverter as válvulas. A tubagem fica novamente forrada com água até à próxima trasfega. Embora não seja um fluxo muito elevado, depois de efectuarmos a medição local, alcançamos uma estimativa de 9 m³ por trasfega. Ora este volume pode ser considerado baixo, mas se considerarmos uma média de 16 trasfegas efectuadas por semana, a esta média, obtemos um volume mensal de cerca de 576 m³ e um gasto de 6912 m³ por ano. Por ser uma água praticamente limpa (apenas afectada por contacto com o mosto no início e final da trasfega, procedeu-se à análise desta água para potencial reaproveitamento.

7.3.6 Fermentação, maturação e guarda

A fórmula para o cálculo de gastos neste processo é a seguinte:

$$Adegas = CT58 + CT18 + CT1 + CT41 + CT59 + CT62 + CT70 + CT15 - CT26$$

Ao contrário destas áreas, existem consumidores aos quais se consegue auferir os consumos individuais:

- CIP 98 alimentada pelo CT58
- CIP “Fosters” alimentada pelo CT59
- CIP Baixadas alimentada pelo CT62
- CIP Filtração alimentada pelo CT41
- Centrifuga alimentada pelo CT70

Comparando a soma destes consumos com o consumo geral obtemos este resultado:

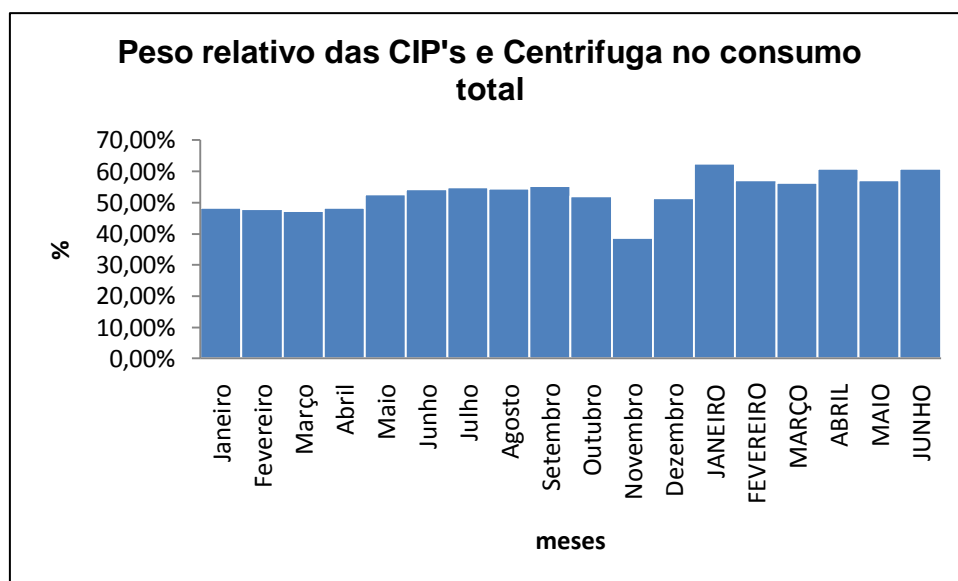


Figura 7.28 – Peso dos sistemas de limpeza e centrifugação no consumo global das adegas.

Os sistemas de limpeza “cleaning in place” ou CIP conjuntamente com a centrífuga têm um peso no consumo efectivo das adegas a rondar os 50%. Os restantes 50% são distribuídos entre limpezas locais, WC’s e trasfegas. As trasfegas, nesta secção, transportam o mosto fermentado para a guarda e posteriormente da guarda para a filtração. Como foi referido anteriormente, a segunda trasfega não foi contabilizada. A trasfega do mosto fermentado, para a guarda foi contabilizada em cerca de 691 metros cúbicos por mês. Foi também processada uma recolha e análise a este fluxo.

7.3.7 Filtração

Como referido, anteriormente, nesta secção efectua-se a diluição final da cerveja após filtração e antes de ser encaminhada para o enchimento. Com base em dados cedidos pelos responsáveis, tal como efectuado para a brassagem, efectuou-se o cálculo da diluição. Tendo por base os valores de saída da filtração, os valores de saída das adegas e as quebras de cerveja na filtração, consegue-se efectuar este cálculo facilmente (Quadro 7.11 e Figura 7.14).

Na filtração, o cálculo dos fluxos totais de entrada de água é efectuado segundo a fórmula:

$$\text{Filtração (m}^3\text{)} = CT3 + CT17 + CT54 - CT56 + \text{ág. quente(não contabilizada)}$$

Quadro 7.11 – Dados da filtração

Volumes saídos das adegas (hl)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	183137	152798	195226	237364	251345	247943
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	292409	276514	231557	219545	162590	174597
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	151179	169080	218732	194264	230377	251944

Volumes saídos da Filtração (hl)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	237070	188200	248579	299805	316266,7	328828,3
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	387361	357014	306969	287980	207392	226247
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	196596	216108	279898	258064	298562	329389
Quebras da Filtração	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	3,34%	4,37%	2,20%	2,73%	2,48%	0,56%
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	1,90%	1,18%	1,31%	2,01%	3,47%	1,45%
	Jan-09	Fev-09	Mar-09	Abr-09	Mai-09	Jun-09
	3,43%	2,61%	4,71%	0,94%	3,89%	0,80%

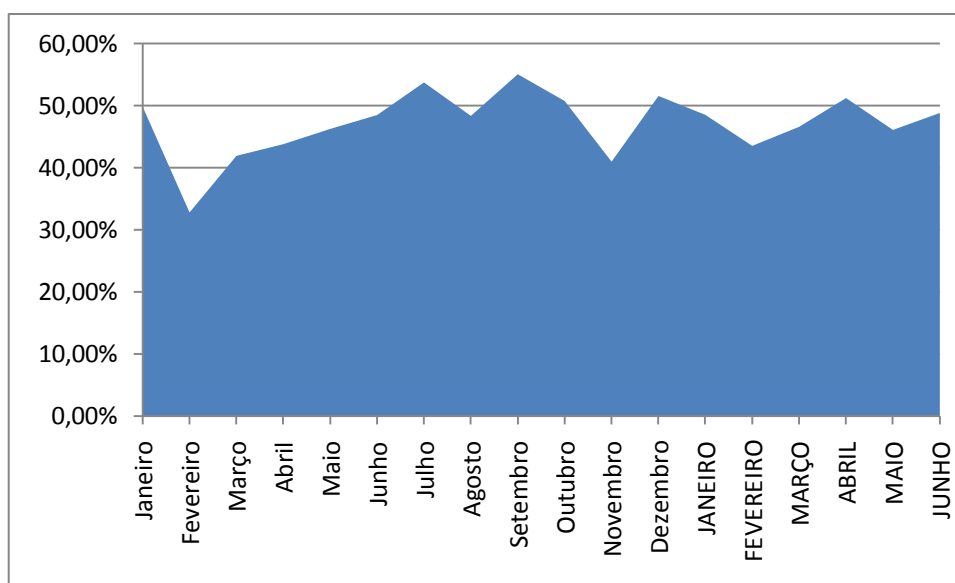


Figura 7.29 – % do volume de diluição no gasto global da filtração

Estes volumes gastos na incorporação do produto são contabilizados, em conjunto com os processos de trasfega e centrífuga, pela diferença CT54 - CT56. Os restantes processos de mangueiras, balneários e também processos de trasfega são contabilizados pelas restantes variáveis da fórmula.

A existência de várias actividades associadas a uma secção, em que não é possível contabilizar os fluxos associados, dificulta a proposição de medidas para optimização do uso da água. São exemplos, estas três últimas secções apresentadas das quais cerca de 50% do volume gasto fica inquantificável.

7.3.8 Águas pluviais

Considerando os dados constantes em Anexo III, foi efectuada uma média ponderada entre as 4 estações meteorológicas circundantes a Vialonga, de forma a estimar aproximadamente os volumes de precipitação que afectam a área. Os valores obtidos, por ano, encontram-se dispostos em Anexo XIII.

Aplicando métodos de georreferenciação, tendo por base a planta disposta em Anexo II, foram medidas as áreas de intercepção seguindo a numeração atribuída na mesma planta:

Quadro 7.12 – Áreas de intercepção calculadas

Área	Comprimento	Largura	Área	Área acumulada
1	85,42	45,83	3914,93	3914,93
2	37,50	58,33	2187,50	6102,43
3	95,83	43,75	4192,71	10295,14
4	20,83	41,67	868,06	11163,19
5	283,33	83,33	23611,11	34774,31
6	254,17	31,25	7942,71	42717,01
7	158,33	320,83	50798,61	93515,63
8	202,08	316,67	63993,06	157508,68
9	64,58	66,67	4305,56	161814,24
10	79,17	29,17	2309,03	164123,26
11	162,50	37,50	6093,75	170217,01
12	87,50	58,33	5104,17	175321,18
13	29,17	41,67	1215,28	176536,46
14	33,33	118,75	3958,33	180494,79
15	75,00	41,67	3125,00	183619,79
16	108,33	95,83	10381,94	194001,74
17	79,17	62,50	4947,92	198949,65
18	95,83	41,67	3993,06	202942,71
19	116,67	41,67	4861,11	207803,82
20	41,67	283,33	11805,56	219609,38
21	158,33	325,00	16666,67	427413,19
22	95,83	50,00	4791,67	244791,67
23	100,00	110,42	11041,67	255833,33
24	75,00	152,08	11406,25	267239,58
25	104,17	83,33	8680,56	275920,14
26	179,17	235,42	20086,81	543159,72
27	66,67	31,25	2083,33	285043,40
28	95,83	41,67	3993,06	289036,46
29	70,83	27,08	1918,40	290954,86
30	41,67	54,17	2256,94	293211,81
Total				293211,81

Efectuando o cruzamento dos dados do Quadro 7.12 com o Quadro do Anexo XIII, obtemos os resultados presentes em Anexo XIV.

Considerando os dados em Anexo XIII e XIV, para o período temporal considerado foi estimado um intervalo de intercepção considerando os valores mínimos e máximos registados nos últimos 30 anos.

Quadro 7.13 – Intervalo de intercepção calculado com base na área total disponível e pluviosidade registada entre 1979 e 2009.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Media Mensal (m3)	21813,00	17800,64	11496,68	15096,16	11114,19	3460,28
Valor máximo (m3)	84835,56	48361,26	34350,64	48869,90	40001,20	15223,85
Valor mínimo (m3)	403,75	981,67	0,00	1644,70	213,75	0,00
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Media Mensal (m3)	997,21	1416,94	7656,70	21899,87	27492,29	26577,33
Valor máximo (m3)	7320,99	7202,23	28328,00	54791,61	110171,04	82603,04
Valor mínimo (m3)	0,00	0,00	0,00	1092,51	308,75	4528,36

Graficamente visualizando, para o intervalo de tempo considerado:

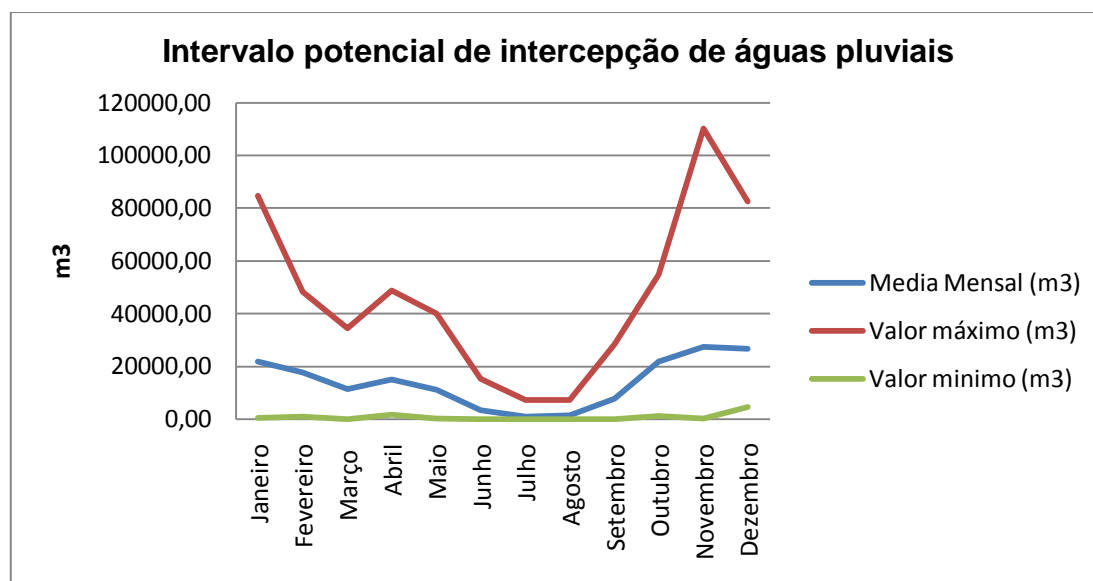


Figura 7.30 – Intervalo potencial de intercepção de águas pluviais

7.3.9 Torres de refrigeração

As torres de refrigeração, conforme foi confirmado, estão a ser alimentadas por duas águas de qualidades diferentes: água da rede e água osmotizada. Segundo os dados apurados, a funcionalidade da central de osmose inversa (O.I.), encontra-se a ser alimentada com água do tratamento terciário da ETAR, i.e., com água provida do clarificador, sendo esta encaminhada para uma cisterna de armazenamento e posteriormente serve de alimentação às torres.

Da participação em reuniões com os responsáveis das utilidades, em que numa delas esteve presente, também, o representante da empresa externa (empresa A) encarregue da manutenção da central de osmose inversa, concluiu-se que o funcionamento da central de O.I. não estaria a 100%, verificando-se o mesmo através de análises feitas pela empresa ao permeado. Esta mesma situação vem-se a confirmar, *à posteriori*, através dos dados de consumo obtidos a partir dos responsáveis da empresa G, encargos da manutenção das torres de refrigeração. Segundo os relatórios, a água osmotizada sofre regularmente oscilações de condutividade e dureza. De acordo com os mesmos relatórios, os valores elevados de condutividade afectam o tratamento e a eficiência da torre e podem afectar outros equipamentos que utilizem esta água (por exemplo caldeiras).

Analisando o Quadro constante em Anexo XV, cedida pelos responsáveis das Utilidades, verificamos que as necessidades de água para as torres novas estimam-se em 1915,25m³/mês, enquanto as torres velhas apresentam um consumo médio mensal de 3595m³/mês. Estes valores foram estimados efectuando a divisão do total dos contadores pelos 4 meses de dados disponibilizados. Aplicando a formula apresentada em 6.3 e tendo em conta que, segundo foi informado, a variação de temperatura não varia normalmente mais que 5,5°C, o volume total estimado para purgas das torres é de 5444,13 m³/mês.

7.3.10 Análises Laboratoriais: Resultados e discussão

Os resultados que apresentados em Anexo XVI são relativos às análises indicadas no Quadro 6.2. Neste mesmo Quadro, poder-se-á verificar os parâmetros, para cada amostra, que não se encontram em conformidade com o estabelecido no DL nº236/98. As células dos parâmetros “não conformes” encontram-se a vermelho.

Existe um parâmetro cuja célula se encontra a amarelo. Este facto prende-se com o facto de o valor dos SST ser superior ao valor dos sólidos totais o que indicia um erro analítico.

Analisando especificamente a água da chuva, para os dados analisados segundo o aconselhado pela bibliografia estudada, verifico que os parâmetros pela qual esta não é aconselhada para consumo humano são os sólidos suspensos totais, alcalinidade e ferro, sendo este último apenas referente à interceptação por via de cobertura. Os resultados obtidos poderão ser explicados pelo facto de, à altura da recolha de amostras para análise, não ter ocorrido uma quantidade significativa de pluviosidade. Se comparar estes resultados com o indicado na revisão bibliográfica, verifica-se que estas amostras, em particular a amostra colectada a partir de uma cobertura da fábrica, poderá ser comparada às amostras bibliográficas registadas no tubo de rejeição. A comprovar a veracidade do estudo apresentado, após descartar os primeiros 20 litros de pluviosidade por cada uma das coberturas, o valor da alcalinidade deverá descer 19% e o ferro 91% passando para concentrações de 38.48ppm de HCO₃ (alcalinidade) e 0.02ppm de ferro.

A água utilizada na trasfega do mosto, tanto a água inicial como a final, ultrapassa os VMR/VMA em relação ao pH, que se verifica ser ligeiramente ácido, em relação aos cloretos cuja diferença também não é muito acentuada e oxidabilidade. Este desvio poderá estar relacionado com o contacto da água com o produto,

As restantes amostras apresentam vários parâmetros em desacordo com o presente DL n°236/98, no entanto face aos caudais apresentados serão apresentadas propostas de tratamento, no capítulo seguinte para estes mesmos efluentes, a fim de possibilitar a sua reutilização em outros processos com carências menos nobres relativamente à qualidade da água.

Das análises efectuadas aos efluentes da malteria, conforme foi discutido em várias reuniões decorrentes durante o estágio, a água da primeira molha apresenta potencialidades de reaproveitamento para o processo da 2ª molha.

A purga das torres de refrigeração, apresentam potencialidades para serem reaproveitadas podendo ser sujeitas a um tratamento de membranas para reutilização in situ, no entanto considerando o seu caudal mensal, esta hipótese será descartada do próximo capítulo.

8 Propostas de tratamento e reutilização

8.1 Propostas

O desenrolar deste trabalho, nomeadamente as acções de campo e posteriormente o desenvolver do balanço, possibilitou a identificação de alguns processos cujos efluentes daí gerados apresentam potencialidades de reaproveitamento. Falo especificamente da água da 1ª molha da malteria, da água utilizada pelas bombas de vácuo, do efluente originado pela lubrificação de tapetes e a água de trasfega do mosto.

8.1.1 Malteria: reutilização do efluente da 1ª molha

Conforme estudado anteriormente, a água da 1ª molha do malte poderá ser reutilizada na 2ª molha da cevada. Conforme comprovam os dados apresentados, a 1ª molha da cevada gera um efluente mensal aproximado de 7000m³. Uma vez que a reutilização proposta para este efluente é similar ao que lhe dá origem, tendo como principal objectivo o aumento de humidade da cevada, o reaproveitamento deste efluente, previamente tratado e recirculado para as tinas de molha é perfeitamente justificável.

Segundo o responsável da malteria, o Dr. Tiago Cabral, existem malterias mundiais a funcionar apenas com um processo de molha contínua, não ocorrendo troca de águas de imersão. O reaproveitamento da água da primeira molha, aplicando 3 processos de tratamento: uma passagem por filtros de areia a fim de remover os sólidos suspensos (remoção entre 90 a 99%) e baixar o nível de CQO, um processo de filtração por carvão activado, como processo de afinação da 1ª filtração servindo também para fixar algum pesticida passado para a água por parte da cevada e por ultimo uma desinfecção U.V. (remoção entre 99% e 99,9%) para preservar a qualidade microbiológica da água durante o decorrer da 2ª molha, permite a redução do volume diário em cerca de 230 m³/dia.

A aplicabilidade desta opção passaria em primeiro lugar por uma adaptação das tubagens locais e instalação dos tratamentos. A água da 1ª molha seria então armazenada na 1ª cisterna existente na base da malteria. Passaria por 2 filtros de areia com uma capacidade de filtração de 21 m³/h, cada um, passando posteriormente por um filtro de carvão activado com capacidade de filtração mínima de

42 m³/h. À saída do filtro de carvão activado seria instalado um filtro de desinfecção U.V. sendo a água encaminhada para a 2ª cisterna existente, paralela à 1ª cisterna.

8.1.2 Água de trasfega do mosto

Como se pode facilmente verificar, a água usada no processo de trasfega do mosto sofre uma ligeira alteração no decorrer do processo. Este efluente apresenta um volume diário médio de 18 m³ (2 trasfegas diárias a 9 m³/trasfega). O aproveitamento proposto para este efluente passa pela canalização do mesmo para um tanque tampão a instalar no corredor das centrífugas, aproveitando a mesma água para processos de lavagem de chão.

8.1.3 Lubrificação de tapetes

O processo de lubrificação de tapetes, encontra-se actualmente a funcionar com água bruta. No entanto, o índice de qualidade desta água não carece de ser tão elevado, necessitando-se apenas de uma água com características suficientes que mantenham o perfeito desenrolar do processo, protegendo de igual forma o bom funcionamento do equipamento.

A proposta para este efluente passa pela criação de um circuito semi-fechado com ligação à rede para reposição de perdas. Uma vez que o efluente é rico em lubrificante, não se aconselha a mistura com a água recirculada. O circuito semi-fechado passa pela instalação de um sistema eficiente de recolha do efluente, situado por baixo de cada um dos transportadores. Esse efluente deverá ser encaminhado para um tanque de recolha, filtrado para remoção de sólidos suspensos (para evitar o entupimento das tubagens e esguichos) passando para um segundo tanque. Este último tanque deverá ter agregado uma bomba para enviar o efluente tratado novamente para as centrais de distribuição de lubrificante.

Com esta medida, aplicável às linhas 1, 2,3,4, 5 e 6 estima-se uma recolha diária aproximada de 78 metros cúbicos (16 horas diárias de funcionamento das linhas).

8.1.4 Bombas de vácuo

Outro processo identificado a usar água com índice de qualidade superior ao requerido são as bombas de vácuo. Este equipamento foi diversas vezes objecto de atenção durante o estágio profissional, tendo sido sugerida a implementação de um sistema fechado. Outra possibilidade passa pela ligação tanto da alimentação como da descarga, das bombas de vácuo, ao circuito de água recuperada, i.e. as bombas funcionariam em circuito fechado mas utilizando uma rede já instalada, a de água recuperada, alimentando-se da mesma e revertendo os seus efluentes para o sistema de tratamento deste circuito.

A aplicabilidade desta proposta colocaria o balanço destes equipamentos próximos de zero, ou seja, o consumo e produção de água recuperada, uma vez que não existem perdas significativas, dever-se-á igualar. Com esta medida, aplicável às linhas 1, 2,3, 5 e 6 estima-se uma poupança diária aproximada de 280 metros cúbicos (16 horas diárias de funcionamento das linhas).

8.1.5 Água da chuva

Como verificado, a água da chuva apresenta um enorme potencial de aproveitamento. Esta utilização potencializa em muito a redução dos gastos de água da rede pública. Este volume potencial é quase suficiente para suprimir as necessidades de água na malteria. Se for aplicada em conjunto com a medida 8.1.1, as necessidades da malteria são suprimidas, resultando ainda um caudal suplementar para suprimir outras utilizações nomeadamente rega, lavagens de instalações, etc.

Conforme foi dito e revisto na revisão bibliográfica o sistema de captação passa pela instalação em todas as áreas de intercepção de caleiras para recolha com crivo incluído, um sistema de rejeição inicial e um tanque de armazenamento. Devido ao enorme volume potencial calculado será necessário instalar vários pontos de armazenamento de águas pluviais com tratamento agregado. Segundo Cipriano, et al., no trabalho desenvolvido constata que, aplicando um tratamento similar ao que se aplicou no ponto 8.1.1, obtém-se uma água de qualidade própria para produção de alimentos, desaconselhando apenas a ingestão directa devido a sabor e odor. A aplicabilidade dos tratamentos sugeridos confere então qualidade suficiente à água pluvial para aconselharmos a sua aplicabilidade no processo de molha da cevada.

Caso se pretenda uma qualidade mais nobre para esta água poderá ser aplicado um tratamento de microfiltração ou mesmo osmose inversa. Esta água, devido às características que apresenta, ao passar por um sistema de membranas iria adquirir qualidade suficiente para ser misturada com a água bruta. No entanto, o investimento inicial seria consideravelmente superior.

8.2 Retorno económico

Devido à extensão deste trabalho, ao tempo tomado e ao facto de as propostas apresentadas carecerem de uma avaliação mais técnica relativamente à instalação de tubagens, equipamentos e depósitos, a análise aqui apresentada fará referência aos potenciais ganhos na aplicabilidade destas propostas, não contabilizando os gastos de tratamento mas, por outro lado, não contabilizando os ganhos associado à diminuição de efluentes e os custos associado ao tratamento dos mesmos.

Os cálculos aqui apresentados terão por base o custo base da água, passado pelos responsáveis, de 2,6€/m³.

Para a proposta em 8.1.1, o volume tratado corresponde a 40,9% do contabilizado pelo CT 36:

Quadro 8.1 – Volume recuperado de água da 1ª molha

Volume recuperado (m3)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	9926,43	7404,127	7505,15	6813,531	7246,253	7023,757
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	7622,124	361,965	7056,477	7881,021	7717,172679	7301,716321

Quadro 8.2 – Retorno mensal esperado, em euros, para a água da 1ª molha

Retorno mensal esperado (€)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	25.808,72 €	19.250,73 €	19.513,39 €	17.715,18 €	18.840,26 €	18.261,77 €
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	19.817,52 €	941,11 €	18.346,84 €	20.490,65 €	20.064,65 €	18.984,46 €

Contabilizando os ganhos tendo por base o ano de 2008, com esta intervenção, o retorno anual estimado rondará os **218.035,28 €**.

A proposta 8.2.2 refere-se à recuperação de água usada na trasfega do mosto, para processos de lavagem de chão e instalações. Considerando um volume médio de 9 metros cúbicos recuperados, por trasfega, e o número de trasfegas que fora informado pelo operador responsável (16 por semana), esta operação terá um retorno anual estimado de **19.468,80€**.

O sistema de lubrificação de tapetes, gasta mensalmente (base 2008):

Quadro 8.3 – Volume recuperado de água de lubrificação

Esguichos (m3)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	2013,06	1733,55	1956,68	2486,12	2749,31	2888,18
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	3482,77	3142,41	2957,63	2667,92	2030,35	2333,90

Ora, contabilizando a recuperação total deste volume para posterior utilização in situ, esta aplicação sugere os seguintes retornos mensais:

Quadro 8.4 – Retorno mensal esperado, em euros, para a água de lubrificação.

Retorno mensal esperado (€)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	5.233,96 €	4.507,23 €	5.087,37 €	6.463,91 €	7.148,21 €	7.509,27 €
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	9.055,20 €	8.170,27 €	7.689,84 €	6.936,59 €	5.278,91 €	6.068,14 €

Transpondo estes valores para um total anual quantifica-se um retorno de **79.148,89 €**

Para a proposta 8.1.4, ao aplicar a alimentação através do sistema de água recuperada, estamos a eliminar por completo um consumo de água fresca. Os gastos verificados nestes sistemas são os seguintes:

Quadro 8.5 – Volume recuperado de vácuo

Bombas de vácuo (m3)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	6804,072	5919,97	6471,212	8496,195	9358,696	9793,68
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	11737,38	10418,07	10280,84	9430,99	6868,353	8018,581

Calculando o equivalente monetário, obtemos os seguintes ganhos:

Quadro 8.6 – Retorno mensal esperado, em euros, para o sistema de vácuo

Retorno mensal esperado (€)	Jan-08	Fev-08	Mar-08	Abr-08	Mai-08	Jun-08
	17.690,59 €	15.391,92 €	16.825,15 €	22.090,11 €	24.332,61 €	25.463,57 €
	Jul-08	Ago-08	Set-08	Out-08	Nov-08	Dez-08
	30.517,19 €	27.086,99 €	26.730,19 €	24.520,57 €	17.857,72 €	20.848,31 €

Anualmente, o valor total contabilizado é de **269.354,92 €**

Finalmente, a água da chuva, devido às suas características analíticas, é a hipótese com maior potencial de reaproveitamento. Considerando os dados constantes no Quadro 7.13, estimou-se os valores económicos correspondentes:

Quadro 8.7 – retorno mensal esperado, em euros, para a água da chuva

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Media Mensal (€)	56.713,80 €	46.281,66 €	29.891,37 €	39.250,02 €	28.896,89 €	8.996,73 €
Valor máximo (€)	220.572,46 €	125.739,28 €	89.311,66 €	127.061,74 €	104.003,12 €	39.582,01 €
Valor mínimo (€)	1.049,75 €	2.552,34 €	0,00 €	4.276,22 €	555,75 €	0,00 €
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Media Mensal (€)	2.592,75 €	3.684,04 €	19.907,42 €	56.939,66 €	71.479,95 €	69.101,06 €
Valor máximo (€)	19.034,57 €	18.725,80 €	73.652,80 €	142.458,19 €	286.444,70 €	214.767,90 €
Valor mínimo (€)	0,00 €	0,00 €	0,00 €	2.840,53 €	802,75 €	11.773,74 €

Ora, como se sabe, a pluviosidade varia anualmente pelo que não é possível estimar um valor aproximado para o retorno económico anual. Desta forma, considerando o ano de maior e menor pluviosidade foi estimado um intervalo para o devido retorno económico. Sendo assim:

- Para o ano com menor pluviosidade, o retorno anual estimado foi de **153.573,26€**
- O valor médio mensal para o retorno anual estimado é de **433.735,38€**
- Para o ano com maior pluviosidade, o retorno anual estimado foi de **707.093,61€**

Sendo assim e tendo em atenção a aplicação de todas as propostas efectuadas neste trabalho, o resultado final irá também ser calculado com base no índice de pluviosidade. Desta forma:

- Para o ano com menor pluviosidade, o retorno anual estimado foi de **739.581.15€**

- O valor médio mensal para o retorno anual estimado é de **1.019.743,27€**
- Para o ano com maior pluviosidade, o retorno anual estimado foi de **1.293.101.50€**

Este valor poderá ainda ser acrescido, caso se verifique uma fuga real no sistema de captação de águas subterrâneas. Esta fuga representa 9,54% do volume total extraído o que equivale a cerca de **148.973,50€**. Para avaliar esta situação deverá ser efectuadas acções de despiste concretas.

9 Conclusões

O presente trabalho, reflecte a importância de uma boa gestão do uso da água na Indústria. Apenas através de uma descrição concreta dos diversos usos atribuídos à água, se poderá combater o desperdício e contribuir para um desenvolvimento sustentável do sector industrial.

Uma boa análise documental permite, não só, efectuar um levantamento efectivo das acções desenvolvidas numa indústria, mas também, traçar um objectivo concreto e determinar o desenrolar das acções necessárias. Por outro lado, a obtenção de uma rede de distribuição de água organizada, através da implementação de contadores em locais estratégicos, a actualização constante das plantas do cadastro de redes de distribuição e a implementação de um sistema de leituras em tempo real, permite a realização de um balanço mais conciso. Assim a implementação de um PCRA, conforme se constatou no trabalho encontra-se dependente de 3 passos importantes:

- Uma avaliação técnica preliminar de forma a se identificar todos os pontos de consumo de água, validar o estado de actualização dos dados disponíveis e identificar procedimentos e rotinas
- Uma avaliação das necessidades de água para que se possam identificar consumos específicos por consumidor, perdas e desperdícios de água
- Uma avaliação da disponibilidade da água, identificando-se fontes de água alternativa às existentes e reconhecer potenciais melhorias de consumo nos sistemas implementados

Como se verifica, os objectivos iniciais propostos para este trabalho foram atingidos. A análise ao sistema de extracção de águas subterrâneas permite concluir que poder-se á intensificar a extracção de água subterrânea sem comprometer os limites impostos na LA.

A recolha de águas pluviais também se verificou como uma opção com enormes potenciais de utilização, não só em termos quantitativos como qualitativos. A aposta nesta opção permitirá, à empresa, obter reduções nos gastos económicos na ordem das centenas de milhar de euros.

Como se pode verificar pelos resultados, os consumos numa Industria Cervejeira aumentam no período do verão sendo menores na estação invernal. No entanto esta tendência é invertida na secção de maltagem, secção com elevadas carências hídricas. A aplicabilidade de água da chuva poderá, no decorrer do primeiro e ultimo trimestre do ano, suprimir mais de 80% das necessidades hídricas desta secção, sem serem necessários grandes investimentos iniciais e de tratamento.

A reutilização de efluentes é outra aposta com excelentes resultados como se pode verificar nas propostas apresentadas. A aplicabilidade de efluentes recuperados e/ou reciclados permite minimizar

os custos de produção (reduzindo os consumos de água fresca) sem nunca comprometer a qualidade do produto final.

Para além dos benefícios económicos que advêm com este género de estudos, a beneficiação ambiental sobrevinda da redução de consumos de água e geração de efluentes para o meio receptor natural, confere uma imagem pública, da empresa, mais limpa e mais amiga do ambiente

10 Bibliografia

1. **Bixio, D., De Koning, J., Joksimovic, D., Melin, T., Savic, D., Thoeye, C., Wintgens, T.** Wastewater reuse in Europe. *Elsevier*. 187, 2006, Desalination, pp. 89-101.
2. *Water balancing saves brewery cash*. Environmental, UK : The world's knowledge, 2008. pp.31.
3. **Commission, European.** *Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries*. U.E. : European Commission, 2006.
4. **Filho, A. G. A.** Utilização da água de chuva nas edificações industriais. Brasil : 2º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2008.
5. **Ferrari, A., Pinheiro, A. e Valle, J.** Captação e avaliação de água de chuva para uso industrial. *REA - Revista de estudos ambientais*. nº2, Dez. de 2007, Vol. 9, pp. 62-72.
6. **Ribeiro, F.** *Cervejas e Refrigerantes*. São Paulo, Brasil : CETESB2005.
7. **Agência Portuguesa do Ambiente.** *Licença Ambiental*. Lisboa : APA, 2008. 40/2008.
8. **Council, Christchurch City.** *Targuet Water Business Guide*. Nova Zelândia : s.n., 2008.
9. **Cordery, I, Iacovides, I, Pereira, L.S.** *Coping with Water Scarcity. Addressing the Challenges*. Dordrecht : Springer, 2009. p. 382.
10. **(PNUD), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.** *Relatório do Desenvolvimento Humano 2006 - A água para lá da escassez : poder, pobreza e a crise mundial da água*. Nova York : Communications Development Incorporated, 2006.
11. **Sautchúk, C., et al.** *Conservação e Reúso de Água*. Brasil : CIRRA - Centro Internacional de Referência em Reúso de Água, 2005. Vol. 1. Volume 1.
12. **Baptista, J.M., et al.** *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água*. Lisboa : s.n., 2001.
13. **Almeida A., Martins G.** Reuso e Reciclo de águas em industria química de processamento de titânio. Salvado/BA : UFBA, 1999.
14. **Cook, J.** Water Reclamation and Reuse. [autor do livro] Larry W. Mays. *Water Resources Handbook*. nº174. s.l. : McGraw-Hill, 1996. artigo traduzido por Santos, H..
15. **MAOT.** Decreto-Lei nº.194/2000. *Diário da República*. 1ª Série - A nº192, 2000.
16. **PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO.** DIRECTIVA 2000/60/CE, de 23 de Outubro de 2000. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*. L 327, 2000.
17. **Assembleia da República.** Lei n.º 58/2005. *Diário da República*. 1ª Série-A nº249, 2005.
18. **MAOTDR.** Decreto-Lei n.º226-A/2007, de 31 de Maio. *Diário da República*. 1.ª série — N.º 105, 2007.

19. **M.A.O.T.D.R.** *Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (2007/2013)*. Lisboa : s.n., 2007.
20. **Presidencia do Conselho de Ministros.** Decreto-Lei n.º 209/2008, de 29 de Outubro. *Diário da República*. 1.ª série — N.º 210, 2008.
21. **Hespanhol, I., Mierzwa, J., Rodrigues, L., Silva, M.** *Manual de Conservação e Reuso da água na Indústria*. Rio de Janeiro : Firjan, 2007.
22. **Metcalf & Eddy, Inc.** *Wastewater Engineering - Treatment and Reuse*. New York : McGraw Hill, 2003. 4th Edition.
23. **Chambel, S.** Auditorias Ambientais. [Online] 29 de Abril de 2005. [Citação: 26 de Outubro de 2009.] http://www.ideiasambientais.com.pt/auditorias_ambientais.html.
24. **Chvala, W., Sullivan, G.** *Water Auditing 101*. Richland : Pacific Northwest National Laboratory, 2008.
25. **Duarte, E., Fragoso, R., Hilario, L., Martins, M., Reis, I.** Sensibilização para o uso eficiente da água na indústria - definição de metodologias base. *Indústria Ambiente*. 29, 2003, Gestão Ambiental.
26. **ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS.** *Águas subterrâneas*. Lisboa : s.n., 2005.
27. **Jaques, R.** *Qualidade da água de chuva no Município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações*. Florianópolis, SC : UFSC, 2005.
28. **Oliveira, F.** *Aproveitamento de água pluvial em usos urbanos em Portugal Continental - Simulador para avaliação da viabilidade*. Lisboa : IST - UTL, 2008.
29. **McCann, B.** Seoul's Star City: a rainwater harvesting benchmark for Korea. *Water 21*. December 2008, 2008, Global Focus.
30. **McCann, B.** Global prospects for rainwater harvesting. *Water 21*. December 2008, 2008, Global Focus.
31. **Oliveira, S.** Os recursos hídricos em Portugal. *Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza*. [Online] [Citação: 26 de 10 de 2009.] <http://www.quercus.pt/scid/webquercus/defaultArticleViewOne.asp?categoryID=632&articleID=1759>.
32. **Waterfall, P.** *Harvesting Rainwater for landscape use*. E.U.A : University of Arizona, 2004. Second Edition.
33. **Minatti, G., et al.** *Efeito da abstração inicial no aproveitamento de água de chuva*. Brasil : 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.
34. **Cipriano, R., et al.** *Aproveitamento de água da chuva: avaliação do seu tratamento para fins potáveis*. Brasil : 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

35. **Mattio, J.** Reuso de Água Industrial - Oxidação avançada no tratamento de efluentes líquidos. *Revista Meio Ambiente Industrial*.
36. **Hespanhol, I., Mierzwa, J.** Procedimentos e Técnicas de Tratamento de Efluentes Industriais para Eliminar o Potencial de Riscos - Parte 1. *Revista Gerenciamento Ambiental*. 12, 2000.
37. **Duarte, E.** *Tecnologias de tratamento de Águas/Águas Residuais - Material de apoio*. Lisboa : ISA, 2007.
38. **Geraldes, V., Minhalma, L., Pinho, M. N.** *Integração de operações de membranas em processos químicos - dimensionamento e optimização de equipamentos*. Lisboa : IST - UTL, 2002.
39. **Oliveira, A., Tavares, J., et al.** *Abordagem Sistemática ao Diagnóstico do Uso Eficiente da Água - Malteria da Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, S.A.* Lisboa : ISA - UTL, 2008.
40. **Winkler, T.** *Desinfecção automatizada na indústria alimentícia*. Heidelberg - Alemanha : ProMinent Dosiertechnik GmbH.
41. **Cornwell, D. e Davis, M.** *Introduction to environmental engineering*. E.U.A. : McGraw - Hill , 1998. Third Edition.
42. **Brito, L. e Silva, A.** *Água de chuva para consumo humano e produção de alimentos*. Belo Horizonte, Brasil : 6o. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2007.
43. **Feng, X., et al.** Water Sistem Integration of a brewhouse. *Energy Conversion and Management*. 50, 2009, pp. 354-359.
44. *Water Economization*. **Breedveld, A. e Rijn, C.** Water and the Environment, Holanda : Heineken Technical Services B.V., 1997.
45. **Whitelaw, K.** *ISO 14001 Environmental Systems Handbook*. Oxforg : Elsevier, 2004. Second Edition.
46. **Agardy, F., Nemerow, N. e Salvato, J.** *Environmental Engineering*. E.U.A : John Wiley & Sons, Inc., 2003.

Anexos

Anexo I – Tecnologias de tratamento de águas residuais e respectivas aplicações

Tecnologia	Inorgânicos	Orgânicos	Dissolvidos	Suspensos	Biológicos
	Contaminantes				
Bio-oxidação e BioTratamentos					
Anaeróbios, aeróbios, Nitrificação, Outros	✓	✓	✓	✓	✓
Separação por Gravidade:					
Centrifugação				✓	
Flotação	✓	✓		✓	
Sedimentação (coagulação, Floculação, Clarificação)	✓	✓		✓	✓
Precipitação/Cristalização	✓	✓	✓	✓	
Absorção/Adsorção:					
Carbóno Activado, Troca iónica, Absorção de Gás	✓	✓	✓		
Tecnologias de Filtração:					
Filtração (Leito Granulado, Tambor de Vácuo, Filtro de Banda, Outros)	✓	✓		✓	✓
Membranas					
Osmose Inversa, Nanofiltração, Ultrafiltração, Microfiltração	✓	✓	✓	✓	✓
Electrodialise	✓		✓		
Pervaporação		✓	✓		
Tratamentos Térmicos:					
Evaporação, Destilação, Stripping (ar, vapor)	✓	✓	✓		
Secador, Incineração		✓	✓	✓	✓
Tecnologias Químicas:					
Extração com Solventes		✓	✓		
Oxidação Química (ozono, ar húmido, peróxido, outros)	✓	✓	✓		

Anexo II - Fotografia aérea da fábrica de Vialonga

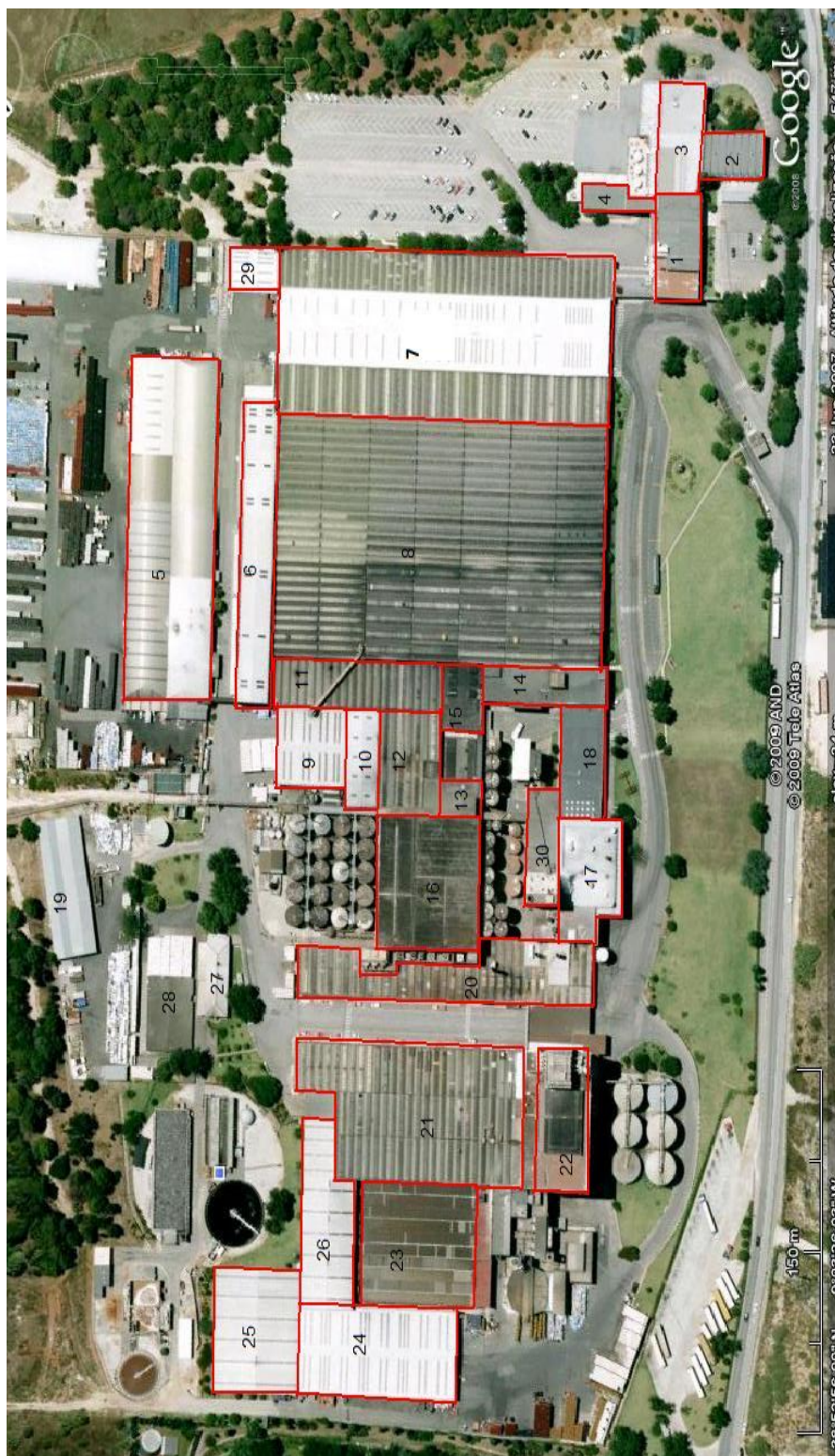


Figura II – Fotografia aérea da fábrica de Vialonga extraída do Google Earth. Áreas de captação de águas pluviais individualizadas a fim de simplificar o cálculo de áreas

Anexo III – Valores de precipitação relativos ao período de 1 de Julho de 1979 a 30 de Junho de 2009 emitidos na página electrónica do SNIRH

Data	ARRANHÓ (20C/03G)	CALHANDRIZ (20C/04UG)	SACAVÉM DE CIMA (21C/01UG)	SÃO JULIÃO DO TOJAL (20C/01C)	Valor médio mensal (mm)
	Precipitação mensal (mm)	Precipitação mensal (mm)	Precipitação mensal (mm)	Precipitação mensal (mm)	
01-07-1979 9:00	-	-	4	4,6	4,30
01-08-1979 9:00	-	-	0	0	0,00
01-09-1979 9:00	-	-	3,5	1,5	2,50
01-10-1979 9:00	247,7	-	233,9	210,5	230,70
01-11-1979 9:00	40,2	-	21	29,3	30,17
01-12-1979 9:00	46,2	-	27	19	30,73
01-01-1980 9:00	62,8	-	57,9	67,2	62,63
01-02-1980 9:00	67,7	-	65,2	68,7	67,20
01-03-1980 9:00	74,3	-	76	68	72,77
01-04-1980 9:00	51,8	-	17,1	17	28,63
01-05-1980 9:00	77,6	-	63,7	50,7	64,00
01-06-1980 9:00	5,2	-	6	5	5,40
01-07-1980 9:00	3,7	-	2,5	1,3	2,50
01-08-1980 9:00	21	-	21,8	16,3	19,70
01-09-1980 9:00	27,4	-	21,3	14,4	21,03
01-10-1980 9:00	72,4	62,8	38,6	34,8	52,15
01-11-1980 9:00	98,8	125,9	85,6	69,7	95,00
01-12-1980 9:00	35,7	33,6	12,5	14,7	24,13
01-01-1981 9:00	4,2	5,4	12,6	7,1	7,33
01-02-1981 9:00	57,2	46,2	37,5	26,8	41,93
01-03-1981 9:00	85,5	93,7	82,3	65,3	81,70
01-04-1981 9:00	102,9	138,6	99	88,8	107,33
01-05-1981 9:00	68,1	55,7	44,9	41,2	52,48
01-06-1981 9:00	9,5	10,3	9	4	8,20
01-07-1981 9:00	0	8,8	0	12,5	5,33
01-08-1981 9:00	0,1	3	0	0	0,78
01-09-1981 9:00	26,5	37,5	42,2	33,4	34,90
01-10-1981 9:00	37	-	47,5	46,6	43,70

01-11-1981 9:00	1,1	-	1,1	1,7	1,30
01-12-1981 9:00	318,6	-	268,5	289,8	292,30
01-01-1982 9:00	91,2	-	117,9	86,4	98,50
01-02-1982 9:00	109,4	-	92,7	93,2	98,43
01-03-1982 9:00	49,5	-	19,2	21,8	30,17
01-04-1982 9:00	58,3	-	107,5	74,8	80,20
01-05-1982 9:00	15,3	-	6,2	10,3	10,60
01-06-1982 9:00	21,3	-	6,5	9,1	12,30
01-07-1982 9:00	18,2	8,7	8,6	8,5	11,00
01-08-1982 9:00	13	9	9,5	11,3	10,70
01-09-1982 9:00	67,8	54,6	59,9	47,7	57,50
01-10-1982 9:00	37	24,4	9,6	9,1	20,03
01-11-1982 9:00	154,8	209,9	109,1	115,3	147,28
01-12-1982 9:00	57,5	52,6	37	37,2	46,08
01-01-1983 9:00	5,8	11,1	7	12	8,98
01-02-1983 9:00	57	57,3	45,4	46,6	51,58
01-03-1983 9:00	6,2	3,2	0,6	1,5	2,88
01-04-1983 9:00	109,6	97,8	101,6	102,4	102,85
01-05-1983 9:00	67,4	73,6	61,3	51,3	63,40
01-06-1983 9:00	20,1	29,1	11,6	9,8	17,65
01-07-1983 9:00	3,3	1	0	0,4	1,18
01-08-1983 9:00	0,5	1,5	0,7	1	0,93
01-09-1983 9:00	0	0	0	0	0,00
01-10-1983 9:00	68,2	21,4	39,6	35,6	41,20
01-11-1983 9:00	498,4	480,6	429,3	447,2	463,88
01-12-1983 9:00	111,4	154,2	144	109,5	129,78
01-01-1984 9:00	111,4	43,9	44,8	33,7	58,45
01-02-1984 9:00	31,4	23	18,2	12,4	21,25
01-03-1984 9:00	98,6	88,5	72,5	66,1	81,43
01-04-1984 9:00	47	56,6	53,9	48,2	51,43
01-05-1984 9:00	-	66,6	71,5	56,2	64,77
01-06-1984 9:00	-	58,5	26,9	15,4	33,60

01-07-1984 9:00	7,6	5	3,1	2,5	4,55
01-08-1984 9:00	3,1	0,8	4,1	0	2,00
01-09-1984 9:00	10,6	5,4	5,5	7,5	7,25
01-10-1984 9:00	67,1	102,5	82,8	74,9	81,83
01-11-1984 9:00	172,9	174,3	171,6	132,2	162,75
01-12-1984 9:00	87,9	100,6	81,6	66,5	84,15
01-01-1985 9:00	190,5	184,5	255,4	230,8	215,30
01-02-1985 9:00	181,9	289,3	202,6	140,7	203,63
01-03-1985 9:00	55,3	22,9	37,8	43,8	39,95
01-04-1985 9:00	130	59,5	160,2	154	125,93
01-05-1985 9:00	52,1	60,9	49,6	34,9	49,38
01-06-1985 9:00	21,3	0	11,7	13,4	11,60
01-07-1985 9:00	0,6	3,4	0	0	1,00
01-08-1985 9:00	0	0	0	0	0,00
01-09-1985 9:00	0	0	2,5	0	0,63
01-10-1985 9:00	3,6	0,1	0	14,8	4,63
01-11-1985 9:00	148,2	164,4	160,5	161,5	158,65
01-12-1985 9:00	141,8	127,4	156,1	87	128,08
01-01-1986 9:00	121,9	92,8	91,8	77,1	95,90
01-02-1986 9:00	186,7	268,3	156,9	138	187,48
01-03-1986 9:00	34,7	29,7	27,4	11,9	25,93
01-04-1986 9:00	64,4	86,7	44,4	32,9	57,10
01-05-1986 9:00	20	12,6	19,8	11,7	16,03
01-06-1986 9:00	5,4	5,1	9	6,3	6,45
01-07-1986 9:00	0	0	0	0	0,00
01-08-1986 9:00	6,4	0	0,9	0	1,83
01-09-1986 9:00	78,8	84,4	77,4	71,4	78,00
01-10-1986 9:00	26,6	25,6	87,9	42,3	45,60
01-11-1986 9:00	85,6	64,3	104,3	78,8	83,25
01-12-1986 9:00	55,8	42,9	65,3	62,4	56,60
01-01-1987 9:00	155,9	136,6	163	136,4	147,98
01-02-1987 9:00	177,1	160,8	185,7	171,1	173,68
01-03-1987 9:00	43,8	48,5	44,8	29,4	41,63
01-04-1987 9:00	80,7	91,4	47,4	51,7	67,80
01-05-1987 9:00	1,1	0,4	1,2	1,5	1,05

01-06-1987 9:00	8,8	8,8	0	2,5	5,03
01-07-1987 9:00	1,2	4	0,6	0	1,45
01-08-1987 9:00	43,2	34,3	29,7	14,1	30,33
01-09-1987 9:00	69,7	24,2	32,1	49,3	43,83
01-10-1987 9:00	159,6	104,6	100,6	112	119,20
01-11-1987 9:00	77,5	57,8	70,6	53,2	64,78
01-12-1987 9:00	183,3	236,7	188	146,5	188,63
01-01-1988 9:00	176,8	134,8	98,1	100,8	127,63
01-02-1988 9:00	140,2	104,4	149	128,8	130,60
01-03-1988 9:00	6	2,1	6,8	2,8	4,43
01-04-1988 9:00	82,3	76,1	39	53,2	62,65
01-05-1988 9:00	102,9	85,3	0	64,9	63,28
01-06-1988 9:00	119	83,1	6,4	47,9	64,10
01-07-1988 9:00	34,3	35,5	26,3	27,2	30,83
01-08-1988 9:00	0	0	0	0	0,00
01-09-1988 9:00	2,2	2,5	0	0	1,18
01-10-1988 9:00	127,9	37,2	31	85,2	70,33
01-11-1988 9:00	166	-	144,8	137,5	149,43
01-12-1988 9:00	31,2	-	6,4	19,6	19,07
01-01-1989 9:00	72	-	48,9	59,5	60,13
01-02-1989 9:00	91,6	-	62,3	67	73,63
01-03-1989 9:00	50	-	39,7	47	45,57
01-04-1989 9:00	146,7	-	81,2	94,3	107,40
01-05-1989 9:00	147,8	-	44,2	69,9	87,30
01-06-1989 9:00	0	-	0	0	0,00
01-07-1989 9:00	0	-	0	0	0,00
01-08-1989 9:00	0	-	0	0	0,00
01-09-1989 9:00	26	-	7,1	11,5	14,87
01-10-1989 9:00	102,7	-	93,5	122,4	106,20
01-11-1989 9:00	306,2	-	178	234,9	239,70
01-12-1989 9:00	414	-	282,3	347,1	347,80
01-01-1990 9:00	108,7	-	42,7	84,4	78,60
01-02-1990 9:00	20,5	-	12,1	13,9	15,50
01-03-1990 9:00	51,5	-	28,4	26,8	35,57
01-04-1990 9:00	107,5	-	103,2	89,5	100,07

01-05-1990 9:00	53,6	-	65,2	42	53,60
01-06-1990 9:00	15,5	-	5,3	13,8	11,53
01-07-1990 9:00	5,7	-	0	3	2,90
01-08-1990 9:00	9,8	-	4,6	9	7,80
01-09-1990 9:00	14,1	-	10,5	8	10,87
01-10-1990 9:00	245,3	-	205,7	208,4	219,80
01-11-1990 9:00	106,8	-	43,2	105,6	85,20
01-12-1990 9:00	78,2	-	55,4	39,8	57,80
01-01-1991 9:00	62	-	31,3	54,5	49,27
01-02-1991 9:00	135,6	-	142,3	143,2	140,37
01-03-1991 9:00	147,1	-	150,5	136,3	144,63
01-04-1991 9:00	45	53,6	28,6	40,3	41,88
01-05-1991 9:00	1,7	1,9	0	0	0,90
01-06-1991 9:00	1,1	0	0	1,8	0,73
01-07-1991 9:00	1,4	0	0	0	0,35
01-08-1991 9:00	13,4	10,7	3,1	4,7	7,98
01-09-1991 9:00	51,1	79,1	50,7	48,9	57,45
01-10-1991 9:00	51,7	57,4	62,2	49,2	55,13
01-11-1991 9:00	82	28,7	33,8	38,5	45,75
01-12-1991 9:00	70,2	81,6	55,1	57,5	66,10
01-01-1992 9:00	66,2	81,1	60,8	53,1	65,30
01-02-1992 9:00	32,7	32	25,8	29,7	30,05
01-03-1992 9:00	32,3	28,9	13,4	18	23,15
01-04-1992 9:00	78,9	79,5	69,5	56,6	71,13
01-05-1992 9:00	49,4	47,8	50,4	38	46,40
01-06-1992 9:00	32,2	45,2	12,3	14,5	26,05
01-07-1992 9:00	0	0	0	0	0,00
01-08-1992 9:00	8,6	5,8	5,6	1,8	5,45
01-09-1992 9:00	42,7	40,3	44	42,1	42,28
01-10-1992 9:00	118	50,8	85,8	58,6	78,30
01-11-1992 9:00	14,5	23,6	13,5	11,1	15,68
01-12-1992 9:00	126,3	90,5	92,2	82,3	97,83
01-01-1993 9:00	38,5	66,2	27,6	29	40,33
01-02-1993 9:00	52,3	51,8	48	51,6	50,93
01-03-1993 9:00	54,1	63,4	47,5	76,1	60,28

01-04-1993 9:00	104,5	85,2	73,5	79,2	85,60
01-05-1993 9:00	121,9	128,1	128,2	96,6	118,70
01-06-1993 9:00	12,6	8,9	3,3	6,8	7,90
01-07-1993 9:00	0	0	0	0	0,00
01-08-1993 9:00	0	1,5	0	1	0,63
01-09-1993 9:00	70,9	67,6	60,1	68,6	66,80
01-10-1993 9:00	225,3	231,4	190,9	207,8	213,85
01-11-1993 9:00	160,1	120,3	150,4	136,6	141,85
01-12-1993 9:00	26,4	14,3	18,2	19,1	19,50
01-01-1994 9:00	111,7	113,7	70,7	82,5	94,65
01-02-1994 9:00	150,3	137,8	132,6	129,5	137,55
01-03-1994 9:00	6,9	0	0	0,9	1,95
01-04-1994 9:00	33	15,2	9,3	20,7	19,55
01-05-1994 9:00	145	142,9	106	115	127,23
01-06-1994 9:00	0	0	0	0	0,00
01-07-1994 9:00	4,4	1,7	0	1	1,78
01-08-1994 9:00	0,4	1,4	0	0	0,45
01-09-1994 9:00	3,2	0,4	2,7	1	1,83
01-10-1994 9:00	88	57,4	45,8	48,2	59,85
01-11-1994 9:00	98,8	85,5	79,8	67,1	82,80
01-12-1994 9:00	52,4	60,8	23,1	36,7	43,25
01-01-1995 9:00	56,4	51,1	40,9	60,6	52,25
01-02-1995 9:00	71,4	54,8	63,6	56,1	61,48
01-03-1995 9:00	42,1	11	20,9	23	24,25
01-04-1995 9:00	75,4	47,1	22,3	24,2	42,25
01-05-1995 9:00	9,4	6,5	9,6	10,5	9,00
01-06-1995 9:00	7,7	4,4	3,7	3,1	4,73
01-07-1995 9:00	1,3	0	0	1,6	0,73
01-08-1995 9:00	0	0	0	0	0,00
01-09-1995 9:00	8,9	20,3	9,9	27	16,53
01-10-1995 9:00	170,4	94	45,9	53	90,83
01-11-1995 9:00	241	215,8	186,2	192,9	208,98
01-12-1995 9:00	236,4	301,8	192,4	238,3	242,23
01-01-1996 9:00	393,6	354,8	322	358,4	357,20
01-02-1996 9:00	186,4	98,5	95,3	99,4	119,90

01-03-1996 9:00	83,1	63,1	79,6	70,3	74,03
01-04-1996 9:00	34,9	2,1	16,6	19,7	18,33
01-05-1996 9:00	212,5	181,3	148,5	131,4	168,43
01-06-1996 9:00	0	0	0	0	0,00
01-07-1996 9:00	6,5	3,1	0	0	2,40
01-08-1996 9:00	1,1	0,1	0	0	0,30
01-09-1996 9:00	62	51,2	39,8	36,5	47,38
01-10-1996 9:00	27,2	49,6	23,5	29,2	32,38
01-11-1996 9:00	72,2	71,2	58,3	55,2	64,23
01-12-1996 9:00	288,5	-	244,7	248,4	260,53
01-01-1997 9:00	186	232,9	153,8	160,6	183,33
01-02-1997 9:00	9,1	-	0	3,3	4,13
01-03-1997 9:00	0	0	0	0,5	0,13
01-04-1997 9:00	49,2	12	37,9	35,4	33,63
01-05-1997 9:00	91,1	25,6	66,7	67,5	62,73
01-06-1997 9:00	59,9	60,9	37,2	39,3	49,33
01-07-1997 9:00	4,7	7,4	14,7	30,8	14,40
01-08-1997 9:00	19,8	1,2	10,8	14,2	11,50
01-09-1997 9:00	18,9	4	2,7	9,3	8,73
01-10-1997 9:00	105	179,2	117	201,9	150,78
01-11-1997 9:00	382,5	306,3	302,1	304,2	323,78
01-12-1997 9:00	138,4	150,3	151,7	130,9	142,83
01-01-1998 9:00	106,6	80	63,8	62,2	78,15
01-02-1998 9:00	93,1	90,1	86,4	82,1	87,93
01-03-1998 9:00	37,9	44,9	30,7	32,1	36,40
01-04-1998 9:00	90	85	50,9	49,7	68,90
01-05-1998 9:00	106,1	78	108,7	56,3	87,28
01-06-1998 9:00	42,8	62,3	7,4	38,3	37,70
01-07-1998 9:00	3,9	0	0	0	0,98
01-08-1998 9:00	0	0	0	0	0,00
01-09-1998 9:00	52,2	65	32	46	48,80
01-10-1998 9:00	30,5	37,6	18,6	16,2	25,73
01-11-1998 9:00	16	15,6	24,3	18,9	18,70
01-12-1998 9:00	80,5	78,3	78,7	64	75,38
01-01-1999 9:00	129,7	93,4	78,6	81,7	95,85

01-02-1999 9:00	23,4	14,2	7,8	13,1	14,63
01-03-1999 9:00	112,2	109,6	63,8	76,9	90,63
01-04-1999 9:00	58,6	20	37,3	41,1	39,25
01-05-1999 9:00	78,3	53,1	24,6	60,7	54,18
01-06-1999 9:00	0	0	0	0	0,00
01-07-1999 9:00	0	3	9,7	0	3,18
01-08-1999 9:00	25	16,3	16,4	3,4	15,28
01-09-1999 9:00	91,1	24,4	113,5	104,1	83,28
01-10-1999 9:00	176,8	192,1	164,8	147,9	170,40
01-11-1999 9:00	64,3	48,1	52	47,5	52,98
01-12-1999 9:00	61,8	44,3	43	47,2	49,08
01-01-2000 9:00	34,2	28,8	18,6	25,5	26,78
01-02-2000 9:00	17,5	-	23,8	28,7	23,33
01-03-2000 9:00	21	-	12,7	14,5	16,07
01-04-2000 9:00	279,1	-	148,7	189,5	205,77
01-05-2000 9:00	97,1	47,2	7,9	38,5	47,68
01-06-2000 9:00	3	0,9	0	0	0,98
01-07-2000 9:00	9,5	7,7	3,2	6,5	6,73
01-08-2000 9:00	0	1	0	2	0,75
01-09-2000 9:00	24,5	27,9	8,9	13	18,58
01-10-2000 9:00	71,5	57	25,4	69,9	55,95
01-11-2000 9:00	175,4	122,2	102,9	117,7	129,55
01-12-2000 9:00	365	351,1	285,4	271,8	318,33
01-01-2001 9:00	246,1	272,1	184,6	219,9	230,68
01-02-2001 9:00	110,7	87	50,7	80	82,10
01-03-2001 9:00	187,1	85	100,4	80	113,13
01-04-2001 9:00	16,5	4,3	1,4	5,5	6,93
01-05-2001 9:00	59,9	48,7	23,8	45,8	44,55
01-06-2001 9:00	22,3	10,1	14,3	20	16,68
01-07-2001 9:00	3,5	0	0	0	0,88
01-08-2001 9:00	0	0,1	1,3	1,2	0,65
01-09-2001 9:00	44,2	7,9	35,7	41	32,20
01-10-2001 9:00	189,7	148,2	117,4	136,1	147,85
01-11-2001 9:00	10	10,7	7,8	6,5	8,75
01-12-2001 9:00	26	19,9	29,4	23,8	24,78

01-01-2002 9:00	117	94,5	75,9	104,5	97,98
01-02-2002 9:00	14,9	11,6	34,1	13,2	18,45
01-03-2002 9:00	99,5	97,8	89,7	104,7	97,93
01-04-2002 9:00	48	37,1	22,5	29,7	34,33
01-05-2002 9:00	24	13,9	0	9,6	11,88
01-06-2002 9:00	12	5,9	8,6	0,2	6,68
01-07-2002 9:00	0	1,6	0	0,1	0,43
01-08-2002 9:00	4,2	2,1	0	0	1,58
01-09-2002 9:00	149,5	116,8	82,6	128,2	119,28
01-10-2002 9:00	-	95,8	-	-	95,80
01-11-2002 9:00	-	127,4	-	134,8	131,10
01-12-2002 9:00	-	109,4	-	113,9	111,65
01-01-2003 9:00	-	86,3	-	-	86,30
01-02-2003 9:00	-	90,5	-	86,4	88,45
01-03-2003 9:00	-	73,6	-	75	74,30
01-04-2003 9:00	-	79,1	-	76,3	77,70
01-05-2003 9:00	-	2,4	-	-	2,40
01-06-2003 9:00	-	-	-	5,6	5,60
01-07-2003 9:00	-	-	-	1,7	1,70
01-08-2003 9:00	-	14,7	-	13,5	14,10
01-09-2003 9:00	-	2,8	-	-	2,80
01-10-2003 9:00	-	158,3	-	167,6	162,95
01-11-2003 9:00	-	118,7	-	145,4	132,05
01-12-2003 9:00	-	15,6	-	90,5	53,05
01-01-2004 9:00	-	75,8	-	-	75,80
01-02-2004 9:00	-	42,9	-	-	42,90
01-03-2004 9:00	-	24,3	-	-	24,30
01-04-2004 9:00	-	28,6	-	-	28,60
01-05-2004 9:00	-	8,5	-	-	8,50
01-06-2004 9:00	-	1,1	-	-	1,10
01-07-2004 9:00	-	0	-	-	0,00
01-08-2004 9:00	-	22,4	-	-	22,40
01-09-2004 9:00	45,8	-	-	-	45,80
01-10-2004 9:00	122,7	-	-	-	122,70
01-11-2004 9:00	23,1	-	-	-	23,10

01-12-2004 9:00	43	-	-	-	43,00
01-01-2005 9:00	2,8	0,6	-	-	1,70
01-02-2005 9:00	6,8	2,8	-	-	4,80
01-03-2005 9:00	58,2	42	-	-	50,10
01-04-2005 9:00	33,7	29,5	-	-	31,60
01-05-2005 9:00	22,8	22,6	-	-	22,70
01-06-2005 9:00	1	1	-	-	1,00
01-07-2005 9:00	12,2	5,2	-	-	8,70
01-08-2005 9:00	1,8	-	-	-	1,80
01-09-2005 9:00	15,1	-	-	-	15,10
01-10-2005 9:00	117,7	-	-	-	117,70
01-11-2005 9:00	120,4	-	-	-	120,40
01-12-2005 9:00	49,1	51,1	-	-	50,10
01-01-2006 9:00	46,2	50,8	-	-	48,50
01-02-2006 9:00	54	53,9	-	-	53,95
01-03-2006 9:00	91,1	93,5	-	-	92,30
01-04-2006 9:00	38,7	35,9	-	-	37,30
01-05-2006 9:00	2,8	1,3	-	-	2,05
01-06-2006 9:00	40,6	44,6	-	-	42,60
01-07-2006 9:00	7,3	4,2	-	-	5,75
01-08-2006 9:00	5,8	2,8	-	-	4,30
01-09-2006 9:00	30,1	42,3	-	-	36,20
01-10-2006 9:00	180,4	179,5	-	-	179,95
01-11-2006 9:00	173	133,1	-	-	153,05
01-12-2006 9:00	49,7	40,5	-	-	45,10
01-01-2007 9:00	28,6	27,3	-	-	27,95
01-02-2007 9:00	74,4	72,8	-	-	73,60
01-03-2007 9:00	20,2	12,4	-	-	16,30
01-04-2007 9:00	60,2	34,8	-	-	47,50
01-05-2007 9:00	47	45,6	-	-	46,30
01-06-2007 9:00	48,8	41,2	-	-	45,00
01-07-2007 9:00	7,4	3,3	-	-	5,35
01-08-2007 9:00	5,7	4,3	-	-	5,00
01-09-2007 9:00	58,4	43,3	-	-	50,85
01-10-2007 9:00	6,8	2,4	-	-	4,60

01-11-2007 9:00	-	68,1	-	-	68,10
01-12-2007 9:00	-	25,7	-	-	25,70
01-01-2008 9:00	-	29	-	-	29,00
01-02-2008 9:00	-	125,5	-	-	125,50
01-06-2008 9:00	13,5	-	-	-	13,50
01-07-2008 9:00	6,8	-	-	-	6,80
01-08-2008 9:00	8,1	-	-	-	8,10
01-09-2008 9:00	36,2	-	-	-	36,20
01-10-2008 9:00	65,2	-	-	-	65,20
01-12-2008 9:00	160,7	-	-	-	160,70
01-01-2009 9:00	129,9	-	-	-	129,90
01-02-2009 9:00	9,6	-	-	-	9,60
01-03-2009 9:00	0	-	-	-	0,00
01-04-2009 9:00	67,2	-	-	-	67,20
01-05-2009 9:00	42	-	-	-	42,00
01-06-2009 9:00	0	-	-	-	0,00

Anexo IV: Macro fluxo de água da fábrica de Vialonga

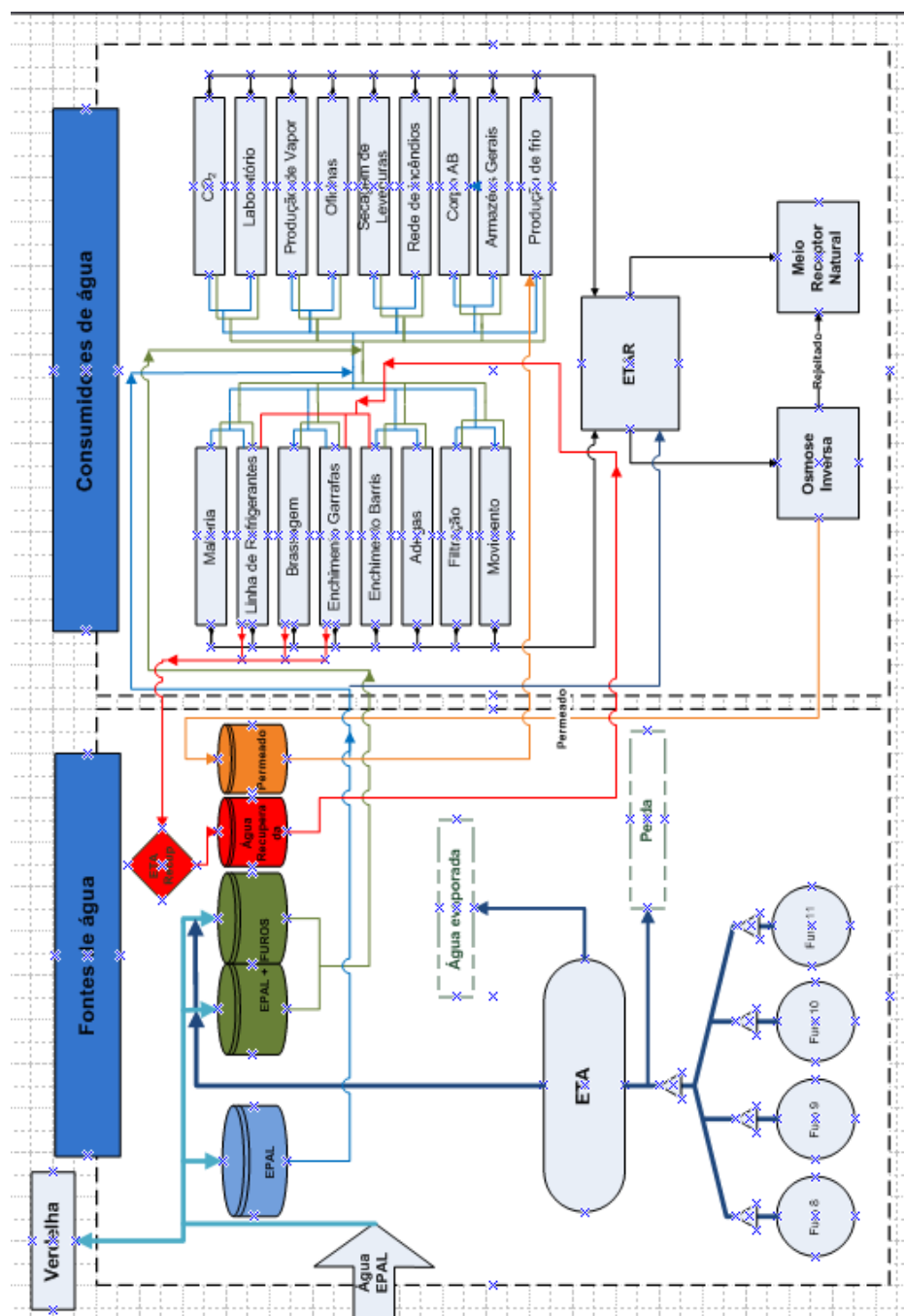


Figura IV: Macro fluxo de água da fábrica de Vialonga

Legenda:

- Circuito azul claro: fluxos de água EPAL
- Circuito azul-escuro: fluxos de água subterrânea
- Circuito verde: fluxos de água bruta (EPAL + Furos)
- Circuito vermelho: fluxos de água recuperada
- Circuitos Laranja: Circuito de água osmotizada
- ETA: estação de tratamento de água subterrânea

Anexo V: Diagramas de fluxos das diferentes áreas com as entradas e saídas identificadas:

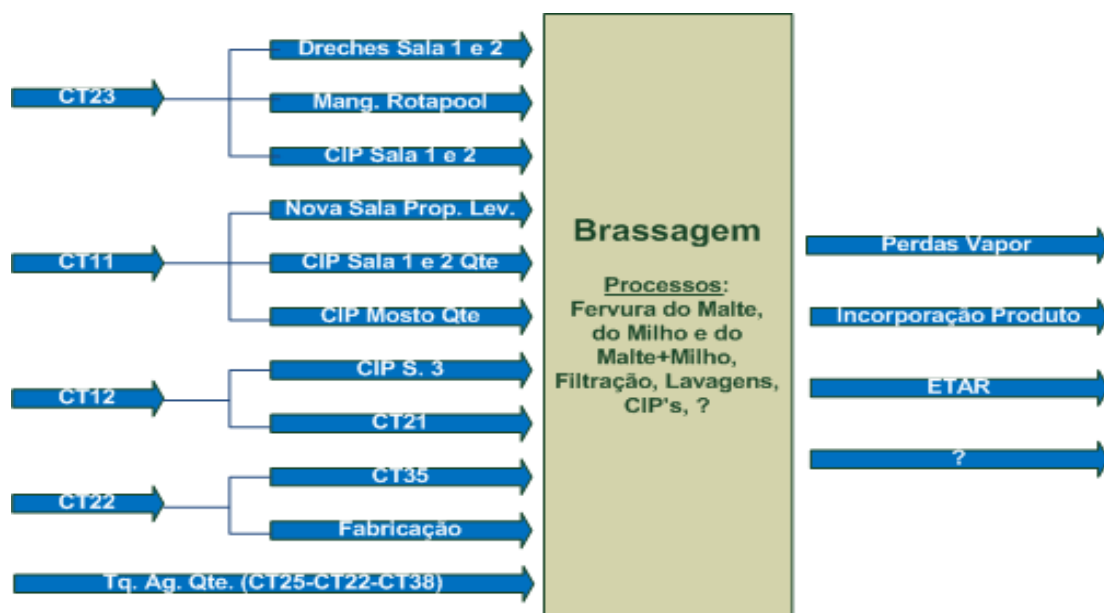
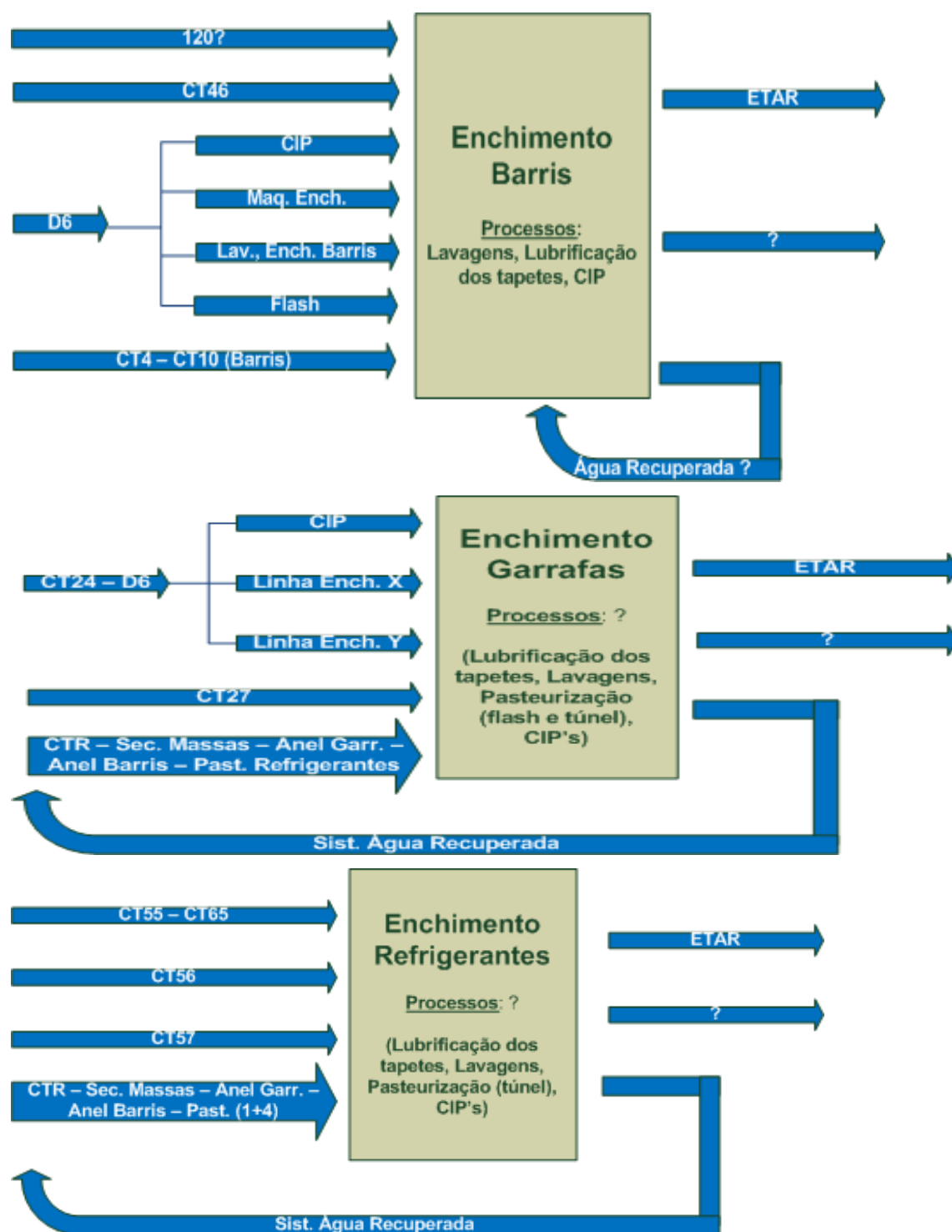


Figura V.I – Micro fluxo preliminar da Brassagem



Figura V.II – Micro fluxo preliminar das Adegas (Fermentação, maturação e Guarda)



Figuras V.III, V.IV e V.V – Micro fluxos preliminares de água das secções do enchimento

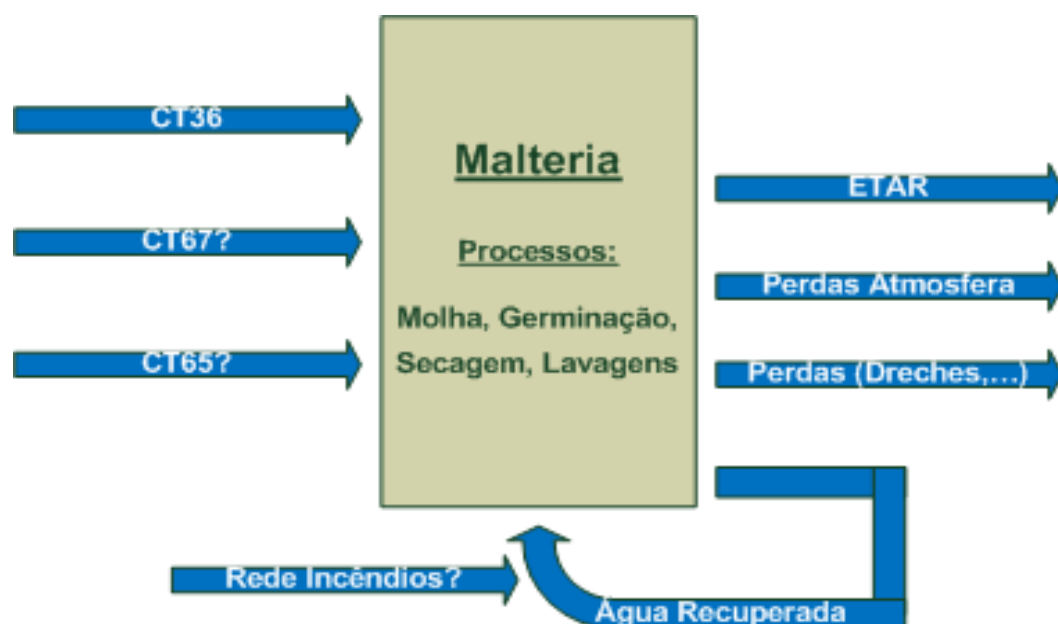


Figura V.6 – Micro fluxo preliminar de água da malteria

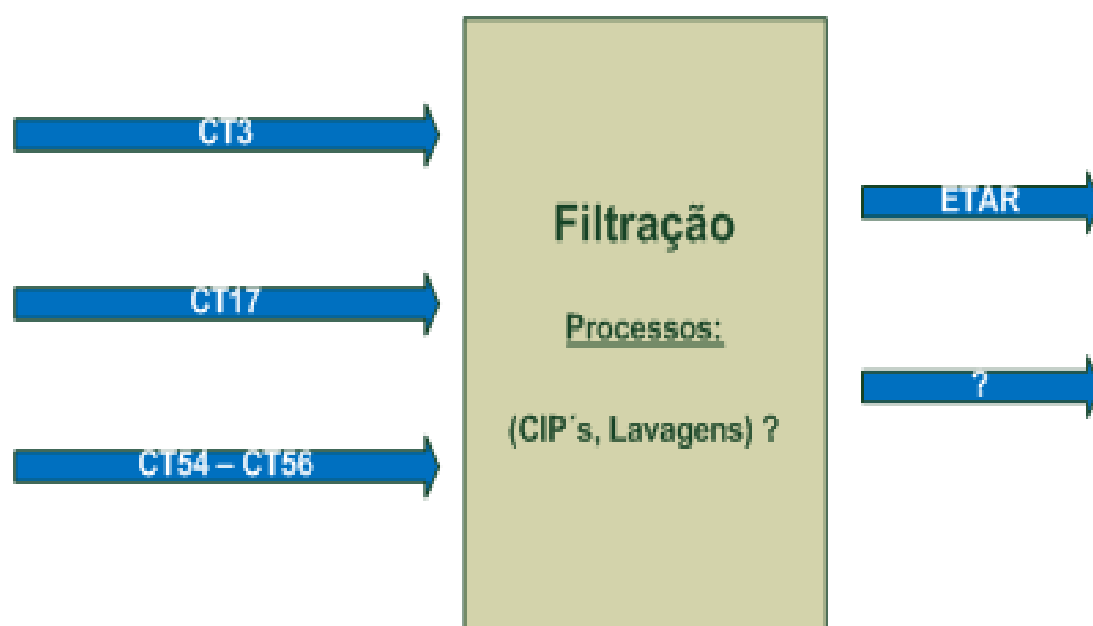


Figura V.7 – Micro fluxo preliminar de água da filtração

Anexo VI – Diagramas de distribuição de água

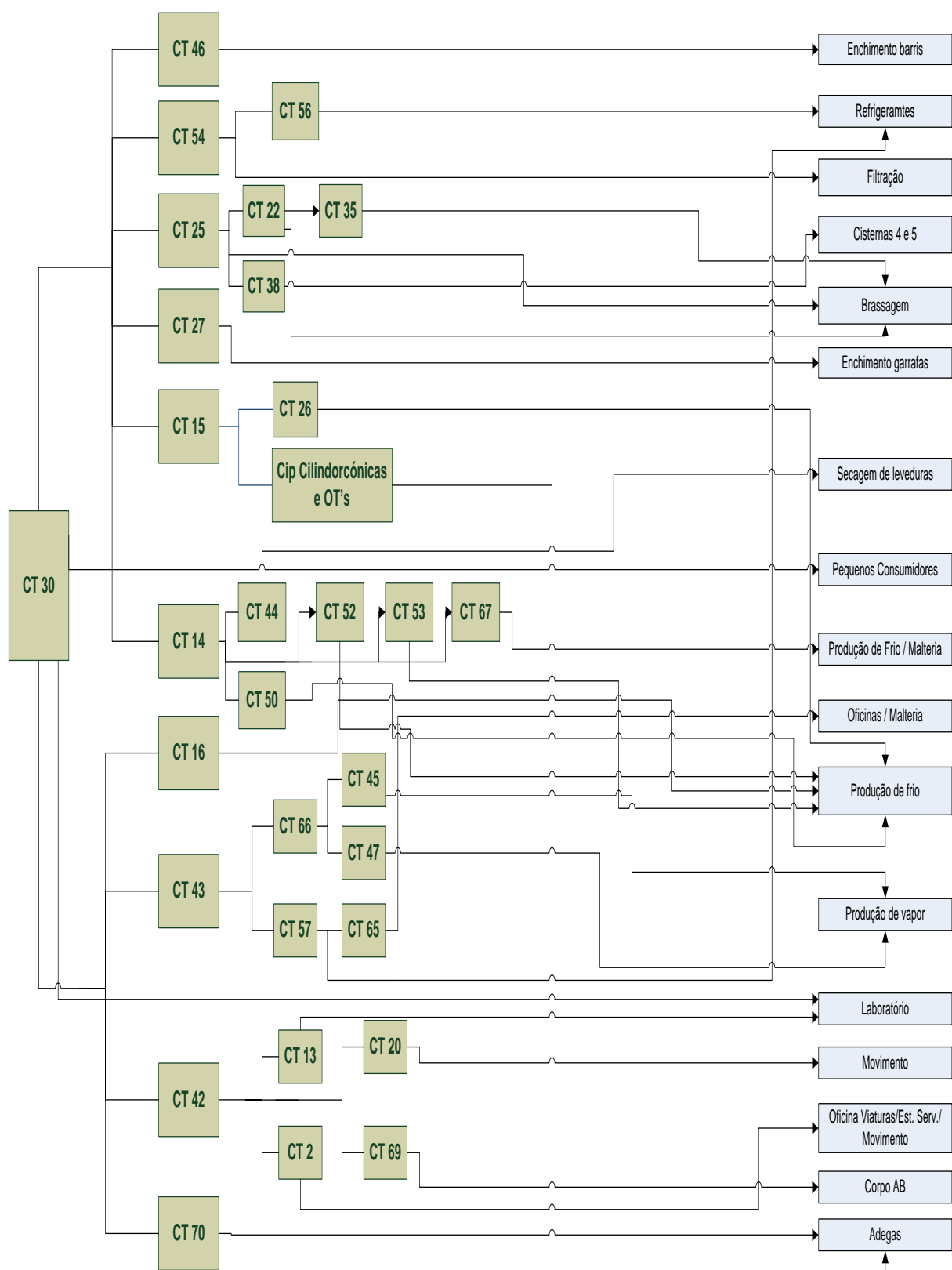


Figura VI.I – Diagrama de fluxos da água EPAL

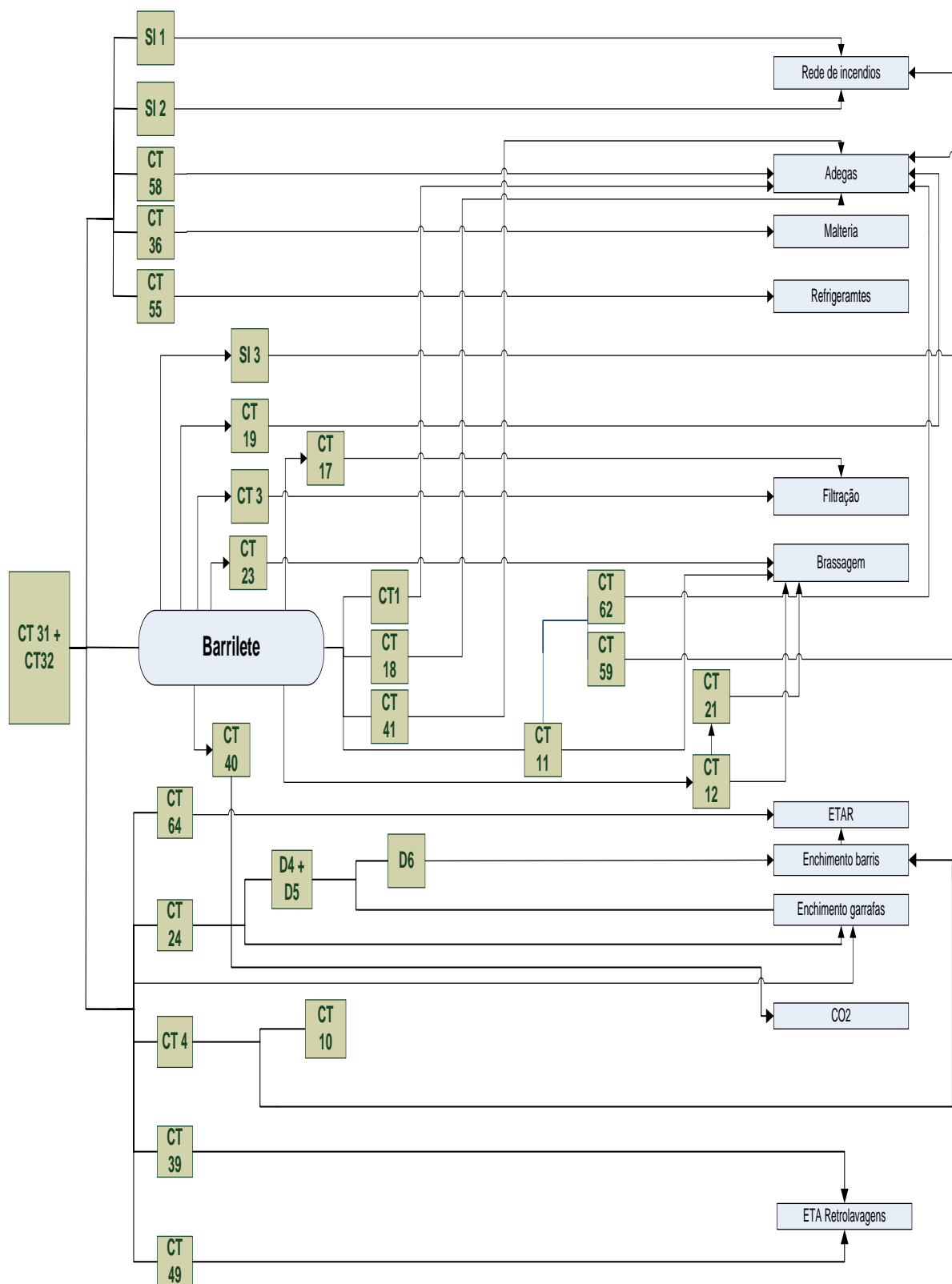


Figura VI.II – Diagrama de fluxos da rede EPAL + Furos

Anexo VII – Registos das leituras dos vários contadores, relativos ao ano de 2008

ÁGUAS - A2	2008											
CT	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1	2274	3083	1967	2461	2404	2628	3238	2462	2473	2456	4864	1476
2	0	0	80	40	94	28	6	38	6	3	0	42
3	2265	2896	3325	3503	3447	4532	4199	3831	3427	3114	2179	1909
4	1017	1007	1081	1138	1251	1396	1359	1223	1359	1426	1302	998
7	0	0		17	14	11	11	9	11	7	4	6
10	135	169	194	166	53	98	52	45	46	51	45	65
11	1749	1675	1683	1871	1780	1952	1857	1936	1824	1881	1425	1271
12	530	550	410	460	526	490	616	504	450	500	310	220
13	70	75	70	85	62	77	77	63	62	77	70	54
14	3621	3327	3081	3786	3310	5627	4838	2763	2120	3278	1095	1211
15	1958	1901	2513	3323	3638	3989	4745	2961	1830	2754	1477	1881
16	245	234	179	253	177	253	242	49	12	19	16	25
17	1311	1187	1195	1113	1093	1017	1284	1075	1218	1252	1510	1271
18	782	881	1259	1316	1387	1286	1121	1000	1016	941	670	390
19	814	793	534	413	433	518	541	484	553	428	211	341
20	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	6384	6467	9060	9717	10575	11041	12257	12162	9623	10618	6974	5466
23	70	107	3867	124	270	204	731	917	191	169	228	107
24	30200	26400	28570	34050	35025	41108	48920	44470	39340	39200	29705	26585
25	21020	16402	29021	38767	41409	41966	47770	47833	38262	38369	28151	21733
26	1941	1883	2478	3301	3621	3970	4750	2921	1820	2735	1465	1806
27	1885	1430	1750	2832	2038	2366	2918	2820	2814	2616	2240	2486
30	59215	46848	54863	67543	67179	76474	87965	80009	62623	64216	45418	39070
31	41786	40852	40229	45333	45132	52224	60551	44409	50588	49165	40955	35563
32	33795	33023	32929	36500	36819	40737	46867	35294	38897	39673	33718	28161
35	241	356	406	218	507	435	452	737	552	556	534	600
36	24270	17960	18190	16450	17600	16990	18530	800	17160	19150	18730	17720
38	5792	1957	3926	4791	6448	7203	8234	8911	6612	5073	3717	1647
39	423	556	582	568	539	566	694	1557	1048	1111	657	573
40	1278	1235	1501	1063	2098	1748	1564	1069	826	1419	984	395
41	119	124	95	88	116	116	127	111	121	74	58	44
42	1612	1554	1832	2261	2006	2359	2692	2495	2475	2557	2375	1909
43	10285	7657	8557	8686	8999	10523	12753	11996	6947	7903	5534	5744
44	27	26	23	33	39	37	23	30	37	34	23	19
45	6532	5316	5143	6060	5441	5709	10699	301770	5508	6425	6011	5289
46	69	18	131	0	5	5	8	6	8	4298	724	445
47	8	1	1	0	10	0	0	0		0	0	0
48	21267	12222	8214	10431	9057	5970	3517	0	0	0	0	0
49	146	0	0	0	9	1	6	0	0	0	0	0
50	138	129	175	75	9	0	13	0	67	275	106	118
51	26147	34193	38689	35750	34966	40166	39778	46150	46506	46877	46656	36958
52	152	165	147	141	86	226	168	150	60	278	121	135
53	2860	2531	2570	3448	3137	5214	4208	2529	1893	2746	789	921
54	7453	6965	8404	9936	9524	11163	12233	11783	9350	9267	7382	7082
55	1980	1650	810	1130	1510	2024	2411	2455	1861	1415	1285	1002
56	210	260	200	300	32	34	51	45	301	150	143	246
57	3789	2510	3432	2773	3623	4974	6210	7232	4100	6700	2800	1752
58	2690	2640	2510	3150	2660	2390	2710	2450	2350	2320	2159	1791
59	80	67	80	168	105	106	94	89	99	61	74	70
62	896	893	755	797	689	919	714	728	771	647	631	640
64	358	737	1127	1075	847	472	974	1012	869	968	721	768
65		143	160	209	117	183	106	85	93	119	138	133
66		11445	5342	5759	5473	5685	6827	4782	2847	5467	2799	4046
67		408	43	1	4	100	322	2	11	2	0	5
68		6435	0	0	0	0	160	3000	6790	2070	5890	2070
69		1448	1706	1951	1815	2150	2497	2348	2320	2412	2235	1782
70		787	128	69	1350	1972	2529	1602	1884	1187	829	19
A			825155	46042	45648	46757	48432	48399	47218	37532	48172	45347
D6	1743	1651	2177	2097	2653	4437	5446	5997	3418	3711	2900	2548

	2008												
FURO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
F8	5834	6637	6274	6959	6771	5555	7579,5	7062	7504	7081	7191	6241	8638
F9	10284	11227	11761	11752	10933	11710	11586	11586	10873	11234	11219	10586	7292
F10	27689	24784	24194	23920	23111	25858	26006	26151	25731	26815	27381	25922	8733
F11	7441	7240	7038	6810	6454	6434	6096	6010	5970	5897	5150	7270	8710
Total Furos	51248	49888	49267	49441	47269	49557	51267,5	50809	50078	51027	50941	50019	33373
	2008												
SI	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
SI1	1270	950	960	860	1590	2470	3949,4	2309	2675	1534	1354	697	20618
SI2	0	0	1500	1500	0	2000	1810,4	1098	1073	514	788	529	10812
SI3	355	296	323	565	629	1146	1363	1722	2235	1230	1758	789	12411
SI4	33	0	0	0	0	1	5	22	2	38	0	0	101
	2008												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
TEJO	93.870	84.560	93.300	111.010	110.840	132.840	158.250	122.890	115.750	118.870	84.409	78.231	1304820
ALVIELA	860	0	1.920	2.040	3.510	0	1.690	61.860	1.860	186	29	43	73998
VERDELHA	7.130	7.270	8.230	8.580	8.640	11.080	11.540	11.670	11.520	10.430	9.510	6.640	112240
T+A-V (SCC)	87.600	77.290	86.990	104.470	105.710	121.760	148.400	173.080	106.090	108.626	74.927	71.635	1.266.578

Anexo VIII - Registos das leituras dos vários contadores, relativos ao 1º semestre de 2009

	Total 2009					
	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO
CT 1	1681	1371	1802	1683	1787	1609
CT 2	31	54	59	54	61	67
CT 3	1845	2775	3138	2382	2715	3198
CT 4	1306	1129	1272	1027	1122	1132
CT 7	6	3	2	3	4	4
CT 10	62	17	21	16	28	31
CT 11	1345	1705	2100	1862	1834	1635
CT 12	300	280	380	340	370	370
CT 13	88	61	72	63	68	71
CT 14	1125	1061	1910	1658	2743	2420
CT 15	1860	2268	3339	2460	2848	2410
CT 16	31	23	34	112	89	22
CT 17	1410	1349	1277	1735	1828	2068
CT 18	376	497	490	602	538	668
CT 19	285	294	540	370	490	425
CT 22	6353	6720	10124	8567	9350	10267
CT 23	51	115	205	174	232	183
CT 24	24360	25740	37560	40820	31130	38100
CT 25	23088	25545	36855	31786	35228	39147
CT 26	1818	2244	3285	2426	2823	2354
CT 27	1985	2188	1695	1017	2456	1599
CT 30	41871	44321	65656	60022	63167	65281
CT 31	34159	24016	55482	47502	38715	36907
CT 32	30057	31027	40442	40017	36697	32752
CT 35	621	645	644	607	562	492
CT 36	23470	16790	19040	17490	12550	40
CT 38	2117	1918	4504	3189	3428	5320
CT 39	909	699	490	463	284	139
CT 40	445	557	689	915	1125	1094
CT 41	80	51	76	77	66	77
CT 42	2087	2194	2441	2302	2638	2422
CT 43	6242	5659	11237	12308	8104	7478
CT 44	24	69	26	21	15	17
CT 45	5654	5063	5927	4997	7062	6454
CT 46	4	3	3	1	6842	365
CT 48	0	0	0	0	14217	28593
CT 49	0	0	0	0	0	208
CT 50	98	120	144	139	170	96
CT 51	45455	40572	46696	43033	34327	14815
CT 52	120	139	148	152	151	93
CT 53	686	742	1592	1341	2376	2149
CT 54	6304	6858	8968	8626	10446	10873
CT 55	1286	838	1969	1887	1546	1510
CT 56	200	180	260	290	200	280
CT 57	2240	1899	6768	8908	3480	3182
CT 58	2050	2150	2410	2750	2510	3220
CT 59	48	78	113	123	99	67
CT 60	3055	4505	5406	4513	5005	5251
CT 62	736	739	1000	987	817	577
CT 64	687	808	972	1162	2115	1439
CT 65	105	270	194	233	212	130
CT 66	4083	3812	4497	3698	4762	4365
CT 67	208	0	5	0	1	0
CT 68	2870	2460	2910	2810	4710	4690
CT 69	1904	2051	2246	2198	2478	2248
CT 70	1169	79	383	549	517	517
CT A	46226	42847	47595	43795	49523	44563
D6	2492	2727	3822	3424	3421	3375
SI 1	602	699	1664	2118	2063	1328
SI 2	515	559	1011	1332	1671	749
SI 3	1557	1621	393	3225	2620	1272
SI 4	45	32	26	94	35	0
FURO 8	6987	6241	7383	5659	9043	8133
FURO 9	10886	10117	11293	9953	11584	10629
FURO 10	26215	23614	27250	25943	27490	25297
FURO 11	6977	6355	7913	6549	7237	4040
TEJO	71690	78450	104750	115620	97550	98390
ALVIELA	1	379	7	52	12	16
VERDELHA	6710	6350	9700	9590	5400	9080

Anexo VIII – Registos de produção consumos e produção de água recuperada 2008

RECUPERAÇÃO DE ÁGUA - ENCHIMENTO

PRODUÇÃO	Contador	LOCALIZAÇÃO	CONTADOR	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	Linha 1 (pasteurizador+rinser)		não												
	Linha 4 (pasteurizador+rinser)														
	Lavadora L3			14383	10250	12140	18230	18859	22622	26664	16500	20226	14497	11827	12824
	Lavadora L5														
	Rinser L6														
	Linha R (pasteurizador + bomba vácuo + lavadora +rinser)	saída tanque de recuperação junto à escada dos refrigerantes	sim	7040	5900	4560	8970	9830	9080	9390	8160	4170	6640	6850	4560
	Descalcificador		sim	219	142	272	279	204	232	270	345	110	183	296	265
	GLOBAL	contador 1(torres de arejamento)-lavadoras (3+5+R)+Past(1+4+R)+rinser(1+4+6+R)+bombas vácuo (R)	sim	20590	16150	16700	27200	21690	24440	20840	10440	11750	11920	8690	8000
		contador 2(torres de arejamento)-lavadoras (3+5+R)+Past(1+4+R)+rinser(1+4+6+R)+bombas vácuo (R)	sim	833	0	0	0	6999	7262	15214	14220	12646	9217	9987	9384
		TOTAL = 1+2		21423	16150	16700	27200	28689	31702	36054	24660	24396	21137	18677	17384

CONSUMO	LOCAIS DE CONSUMO	LOCALIZAÇÃO	CONTADOR	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	Pasteurizador L1		sim	9590	7383	7389	12368	8807	10929	11910	8051	10841	8348	7595	7900
	Pasteurizador L4		sim	3277	1525	2501	3457	2937	3063	4519	4126	4382	3318	2064	1932
	Pasteurizador LR		sim	5267	4943	4343	8537	8496	8153	9564	9040	7092	6146	5650	3845
	Mangueiras Refrigerantes		sim	470	227	135	165	163	225	258	233	210	156	235	58
	Mangueiras Barris		sim	339	413	472	465	424	601	555	515	496	338	303	334
	entrada casa das máquinas		sim	25	22	18	28	31	18	8	8192	9	7	6	7
	GLOBAL	1 - Ao lado do filtro de carvão (incorpora pasteurizadores 1 e 4, total dos Refrigr., mangueiras barris)	sim	18791	14271	14553	25400	20724	22989	25029	21939	21801	11691	16069	14177
		2 - Cave - tubagem junto ao tecto perto do filtro de carvão (mangueiras grf/latas)	sim	1649	1375	1941	1969	1781	2662	2505	2350	2239	1883	1733	1759
		TOTAL = 1+2		20440	15646	16494	27369	22505	25651	27534	24289	24040	13574	17802	15936

Anexo IX - Registos de produção consumos e produção de água recuperada 2009

RECUPERAÇÃO DE ÁGUA - ENCHIMENTO

PRODUÇÃO	Contador	LOCALIZAÇÃO	CONTADOR	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	Linha 1 (pasteurizador+rinser)		não												
	Linha 4 (pasteurizador+rinser)														
	Lavadora L3			10818	12922	8628	1468	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lavadora L5														
	Rinser L6														
	Linha R (pasteurizador + bomba vácuo + lavadora +rinser)	saida tanque de recuperação junto à escada dos refrigerantes	sim	6730	4050	7430	3130	0	0	0	0	0	0	0	0
	Descalcificador		sim	227	60	427	217	0	0	0	0	0	0	0	0
	GLOBAL	contador 1(torres de arejamento)-lavadoras (3+5+R)+Past(1+4+R)+rinser(1+4+6+R)+bombas vácuo (R)	sim	8000	7650	7440	2960	0	0	0	0	0	0	0	0
		contador 2(torres de arejamento)-lavadoras (3+5+R)+Past(1+4+R)+rinser(1+4+6+R)+bombas vácuo (R)	sim	9548	9322	8618	1638	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL = 1+2		17548	16972	16058	4598	0	0	0	0	0	0	0	0

CONSUMO ÁGUA RECUPERADA	LOCAIS DE CONSUMO	LOCALIZAÇÃO	CONTADOR	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	Pasteurizador L1		sim	6841	7769	5502	1382	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pasteurizador L4		sim	2437	2535	708	319	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pasteurizador LR		sim	5300	3253	5304	1253	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mangueiras Refrigerantes		sim	111	53	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mangueiras Barris		sim	358	344	393	366	0	0	0	0	0	0	0	0
	entrada casa das máquinas		sim	9	11	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	GLOBAL	1 - Ao lado do filtro de carvão (incorpora pasteurizadores 1 e 4, total dos Refriger., mangueiras barris)	sim	13191	13107	12419	3015	0	0	0	0	0	0	0	0
		2 - Cave - tubagem junto ao tecto perto do filtro de carvão (mangueiras grt/latas)	sim	2146	1716	1678	170	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL = 1+2		15337	14823	14097	3185	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo X – Compilação dos consumos de água da CIP – Linha de barris
(volumes em litros)

	2008												2009					
DATA	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO
1		0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0
2		20120		33940	30250	68810	39920	19760	42720	47150	0	54230	42380	42790	0	21950	25400	22880
3			34890	22540	32650	30570	23050	28000	48050	47330	42510	31070		31300	55740	21840		28090
4	26900	24510	34380	12690		31100	26630	46400	19280	40050	47170	20530		28990	40140	39230	45950	23960
5	28390		25390	21910	51830	28940	42030	44860	65200		38290	28860	59990	38890	28840		25500	254920
6	37800	23540	23110		33740	39550		29100		43910	34100		47700	32370	48710	31600	28040	30110
7		27710	39960	50740	23080		43170	21420		45050	37780		41250		0	29300	23680	
8	51570	32260		28230	28280		48760	29890	61550	46200			36490		0	20580	31980	31230
9	25170			21460	35170	39290	39220		55050	51630		47060	57400	43500	26170	30310		50770
10	24540		29980	25500		28950	28080		42880	31230	45500	48840		29780	24230			
11	23710	25760	27930	39990		36150	14510	55980	34850		37500	21270		35920	24530		36600	
12	33750	32950	32150		39540	32470		29430	38900		41890	51350	45110	21060	20440		31070	42910
13		25020	22810		26470	1610		28850		52240	47500		57730	35380	40500	38960	45770	
14		22790	39910	33480	24000		70750	22830		46410	41200		37120		0	25610	30180	
15	32070	33440		29110	29980		28310	52400	45170	50080	58730	43050	33060		0	25290	39570	31360
16	30770			22500	26270	66950	28520		51450	30010	59800	26440	15500	44530	33870	19100		28510
17	22330		31030	23290		30040	22470		24610	18260	58730	27130		28980	45250	47850		22970
18	25330	34600	29700	42550		30830	36630	59810	43320		59800	20660		29090	42540		27590	22860
19	25550	30580	19690	35770	67660	29100		29630	39650		33280	35750	52800	26900	44780		35970	23850
20		28750	36180	22550	52630	31740		29110		51870	53560		50720	21190	47680	27170	22630	
21		32520			51970		48360	22920		58710			38540		0	37530	22410	
22	40040	39550					29490	29740	43050	42040		53450	26500		0	24530	32820	37140
23	29400			47000	42830	55720	28760		26550	40970			57700	52860	30010	23430		24230
24	29010		44950	51850		28150	28810		42450	52750	50100		35340	27470	33250	41260		22360
25	22970	32420	22730			30290	41970	43990	33960		56470			43960	22310		55360	33200
26	19890	26730	22970		56100	32760		29000	37660		34750	53590	51920	41260	25650		31780	39750
27		25600	22730		53520	20050		29710		51760	24400		56980	30500	34100	28000	31370	
28		23090	33150	52850	36720		40030	19660		43430	30430		22100			36660		
29	38820	29200		23470	32470		29670	42570	56540	34460		46610	25250			25550		
30	34850			28770	40220	56030	2850		42000	43800		40450	40030		47250	33040		
31	23510		38860				22680			51160		45850			41980			
Total dm3	626370	571140	612500	670190	815380	749100	764670	745060	894890	1E+06	933490	696190	931610	686720	757970	628790	623670	771100
CIP m3	626,37	571,14	612,5	670,19	815,38	749,1	764,67	745,06	894,89	1020,5	933,49	696,19	931,61	686,72	757,97	628,79	623,67	771,1

Anexo XI – Consumos calculados para os esguichos de lubrificação de tapetes

Linha	Esguichos	2008												2009					
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
L01	m3	314,70	221,42	291,68	447,78	401,20	407,03	460,95	437,57	453,03	444,29	423,84	436,89	380,65	411,69	331,63	226,35	410,10	353,68
	WT (h)	478,27	336,50	443,28	680,52	609,73	618,58	700,53	665,00	688,50	675,22	644,13	663,97	578,50	625,67	504,00	344,00	623,25	537,50
L02	m3	371,97	430,38	657,24	550,29	476,57	472,41	627,20	499,62	513,48	552,10	365,63	457,54	433,30	144,43	627,11	544,28	480,20	593,57
	WT (h)	350,25	405,25	618,87	518,17	448,75	444,83	590,58	470,45	483,50	519,87	344,28	430,83	408,00	136,00	590,50	512,50	452,17	558,92
L03	m3	559,62	479,37	141,40	566,84	671,65	716,00	794,18	711,39	725,31	584,10	513,81	536,97	626,57	680,51	809,42	702,75	548,35	693,00
	WT (h)	459,08	393,25	116,00	465,00	550,98	587,37	651,50	583,68	595,00	479,17	421,50	440,50	514,00	558,25	664,00	576,50	449,83	568,50
L04	m3	1,69	0,71	1,38	1,96	1,35	1,97	2,84	2,69	2,46	1,64	1,18	0,89	1,47	1,51	0,34	2,56	2,25	1,65
	WT (h)	281,67	119,00	229,80	326,50	225,00	329,02	474,00	448,00	410,50	272,50	196,00	149,93	245,00	252,00	56,00	426,00	375,75	275,00
L05	m3	432,38	309,78	530,22	450,42	634,77	629,07	832,42	735,81	632,66	494,34	435,85	528,13	182,45	458,02	648,70	549,88	531,51	688,61
	WT (h)	341,27	244,50	418,48	355,50	501,00	496,50	657,00	580,75	499,33	390,17	344,00	416,83	144,00	361,50	512,00	434,00	419,50	543,50
L06	m3	175,22	160,30	211,57	289,80	357,35	416,62	477,77	443,33	446,17	455,34	149,11	240,13	314,88	236,23	266,63	389,14	374,60	353,51
	WT (h)	262,70	240,33	317,20	434,48	535,75	624,62	716,30	664,67	668,92	682,67	223,55	360,02	472,08	354,17	399,75	583,42	561,62	530,00
L0R	m3	123,55	86,72	84,59	120,97	120,87	157,36	169,51	189,50	123,94	108,71	114,58	72,33	126,90	62,82	162,43	143,82	118,65	160,74
	WT (h)	292,08	205,00	199,98	285,98	285,75	372,00	400,73	448,00	293,00	257,00	270,87	171,00	300,00	148,50	384,00	340,00	280,50	380,00
LBC	m3	4,43	5,04	7,09	5,98	7,42	11,22	11,42	9,89	6,21	5,18	4,03	5,05	3,99	5,15	5,67	5,78	7,08	10,25
	WT (h)	126,65	143,92	202,53	170,78	212,00	320,62	326,23	282,68	177,30	148,02	115,03	144,28	114,00	147,17	161,90	165,28	202,33	292,98
LBR	m3	29,49	39,83	31,51	52,09	78,13	76,50	106,47	112,60	54,39	22,21	22,34	55,96	16,85	40,22	69,71	54,39	36,77	73,54
	WT (h)	38,50	52,00	41,13	68,00	102,00	99,87	139,00	147,00	71,00	29,00	29,17	73,05	22,00	52,50	91,00	71,00	48,00	96,00
Total 1-6	m3	2013,06	1733,55	1956,68	2486,12	2749,31	2888,18	3482,77	3142,41	2957,63	2867,92	2030,35	2333,90	2087,05	2040,57	2921,64	2618,94	2509,51	2928,55

Legenda: WT(h) – tempo de funcionamento em horas

Anexo XII – Consumos das bombas de vácuo

Bombas de vácuo													
Linha	L01			L02			L03			L05			L06
Dia do calendário	Temp. Tur no (hr)	Prod. (hl)	Bomba Vácuo (m3)	Temp. Tur o (hr)	Prod. (hl)	Bomba Vácuo (m3)	Temp. Tur o (hr)	Prod. (hl)	Bomba Vácuo (m3)	Temp. Tur o (hr)	Prod. (hl)	Bomba Vácuo (m3)	Bomba Vácuo (m3)
Jan-08	478,27	802052	1099,24	350,25	531488	1320,28	459,08	692208	2303,24	341,27	449467	1300,83	780,48
Fev-08	336,50	539128	773,41	405,25	610407	1527,60	393,25	564304	1972,95	244,50	324824	931,98	714,03
Mar-08	443,28	683831	1018,84	618,87	939123	2332,84	116,00	148725	581,98	418,48	552853	1595,16	942,40
Abr-08	680,52	1091300	1564,09	518,17	802013	1953,25	465,00	674376	2332,93	355,50	458284	1355,08	1290,85
Mai-08	609,73	856784	1401,40	448,75	699228	1691,58	550,98	773776	2764,31	501,00	661515	1909,69	1591,71
Jun-08	618,58	940696	1421,74	444,83	563796	1676,81	587,37	811656	2946,85	496,50	592551	1892,54	1855,74
Jul-08	700,53	1078553	1610,10	590,58	684604	2226,22	651,50	914090	3268,61	657,00	759130	2504,33	2128,13
Ago-08	665,00	1041265	1528,43	470,45	586236	1773,38	583,58	823067	2927,86	580,75	695625	2213,68	1974,72
Set-08	688,50	1100403	1582,44	483,50	596070	1822,57	595,00	835170	2985,14	499,33	536977	1903,34	1987,35
Out-08	675,22	1061315	1551,91	519,87	682754	1959,65	479,17	658642	2404,00	390,17	453434	1487,22	2028,20
Nov-08	644,13	954668	1480,47	344,28	478595	1297,79	421,50	537368	2114,68	344,00	379053	1311,25	664,17
Dez-08	663,97	962105	1526,05	430,83	617616	1624,04	440,50	533347	2210,01	416,83	494189	1588,87	1069,61
Jan-09	578,50	743358	1329,62	408,00	477552	1537,97	514,00	601953	2578,76	144,00	156638	548,89	1402,56
Fev-09	625,67	877911	1438,02	136,00	119340	512,66	558,25	802986	2800,77	361,50	377592	1377,95	1052,23
Mar-09	504,00	835348	1158,39	590,50	613612	2225,91	664,00	954192	3331,32	512,00	663920	1951,62	1187,66
Abr-09	344,00	320014	790,65	512,50	579093	1931,88	576,50	803160	2892,33	434,00	516023	1654,31	1733,33
Mai-09	623,25	894835	1432,47	452,17	564840	1704,46	449,83	603660	2256,83	419,50	545142	1599,04	1668,56
Jun-09	537,50	759923	1235,38	558,92	699865	2106,85	568,50	797456	2862,19	543,50	690648	2071,69	1574,63

Anexo XIII – Valores de precipitação média mensal

Ano/Mês	Precipitação											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1979							4,30	0,00	2,50	230,70	30,17	30,73
1980	62,63	67,20	72,77	28,63	64,00	5,40	2,50	19,70	21,03	52,15	95,00	24,13
1981	7,33	41,93	81,70	107,33	52,48	8,20	5,33	0,78	34,90	43,70	1,30	292,30
1982	98,50	98,43	30,17	80,20	10,60	12,30	11,00	10,70	57,50	20,03	147,28	46,08
1983	8,98	51,58	2,88	102,85	63,40	17,65	1,18	0,93	0,00	41,20	463,88	129,78
1984	58,45	21,25	81,43	51,43	64,77	33,60	4,55	2,00	7,25	81,83	162,75	84,15
1985	215,30	203,63	39,95	125,93	49,38	11,60	1,00	0,00	0,63	4,63	158,65	128,08
1986	95,90	187,48	25,93	57,10	16,03	6,45	0,00	1,83	78,00	45,60	83,25	56,60
1987	147,98	173,68	41,63	67,80	1,05	5,03	1,45	30,33	43,83	119,20	64,78	188,63
1988	127,63	130,60	4,43	62,65	63,28	64,10	30,83	0,00	1,18	70,33	149,43	19,07
1989	60,13	73,63	45,57	107,40	87,30	0,00	0,00	0,00	14,87	106,20	239,70	347,80
1990	78,60	15,50	35,57	100,07	53,60	11,53	2,90	7,80	10,87	219,80	85,20	57,80
1991	49,27	140,37	144,63	41,88	0,90	0,73	0,35	7,98	57,45	55,13	45,75	66,10
1992	65,30	30,05	23,15	71,13	46,40	26,05	0,00	5,45	42,28	78,30	15,68	97,83
1993	63,33	64,89	62,23	80,12	47,05	9,58	0,81	5,31	31,36	114,86	96,58	142,38
1994	94,65	137,55	1,95	19,55	127,23	0,00	1,78	0,45	1,83	59,85	82,80	43,25
1995	52,25	61,48	24,25	42,25	9,00	4,73	0,73	0,00	16,53	90,83	208,98	242,23
1996	357,20	119,90	74,03	18,33	168,43	0,00	2,40	0,30	47,38	32,38	64,23	260,53
1997	183,33	4,13	0,13	33,63	62,73	49,33	14,40	11,50	8,73	150,78	323,78	142,83
1998	78,15	87,93	36,40	68,90	87,28	37,70	0,98	0,00	48,80	25,73	18,70	75,38
1999	95,85	14,63	90,63	39,25	54,18	0,00	3,18	15,28	83,28	170,40	52,98	49,08
2000	26,78	23,33	16,07	205,77	47,68	0,98	6,73	0,75	18,58	55,95	129,55	318,33
2001	230,68	82,10	113,13	6,93	44,55	16,68	0,88	0,65	32,20	147,85	8,75	24,78
2002	97,98	18,45	97,93	34,33	11,88	6,68	0,43	1,58	119,28	95,80	131,10	111,65
2003	86,30	88,45	74,30	77,70	2,40	5,60	1,70	14,10	2,80	162,95	132,05	53,05
2004	75,80	42,90	24,30	28,60	8,50	1,10	0,00	22,40	45,80	122,70	23,10	43,00
2005	1,70	4,80	50,10	31,60	22,70	1,00	8,70	1,80	15,10	117,70	120,40	50,10
2006	48,50	53,95	92,30	37,30	2,05	42,60	5,75	4,30	36,20	179,95	153,05	45,10
2007	27,95	73,60	16,30	47,50	46,30	45,00	5,35	5,00	50,85	4,60	68,10	25,70
2008	29,00	125,50	-	-	-	13,50	6,80	8,10	36,20	65,20		160,70
2009	129,90	9,60	0,00	67,20	42,00	0,00	-	-	-	-	-	-

Anexo XIV – Volume de água pluvial interceptada

Ano/Mês	Volume Interceptado (m3)											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1979	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1021,26	0,00	593,75	54791,61	7164,63	7299,21
1980	14875,51	15960,11	17282,20	6800,46	15200,10	1282,51	593,75	4678,78	4995,45	12385,71	22562,65	5729,73
1981	1739,70	9957,25	19403,88	25489,86	12462,89	1947,51	1264,70	184,06	8288,80	10378,82	308,75	69421,71
1982	23393,90	23378,07	7164,63	19047,63	2517,52	2921,27	2612,52	2541,27	13656,34	4755,97	34978,04	10942,88
1983	2131,58	12249,14	682,82	24427,04	15057,60	4191,90	279,06	219,69	0,00	9785,06	110171,04	30821,77
1984	13881,97	5046,91	19338,56	12213,52	15382,18	7980,05	1080,63	475,00	1721,89	19433,57	38653,38	19985,76
1985	51134,09	48361,26	9488,19	29907,38	11726,64	2755,02	237,50	0,00	148,44	1098,44	37679,62	30418,01
1986	22776,40	44525,61	6157,23	13561,34	3805,96	1531,89	0,00	433,44	18525,12	10830,07	19772,01	13442,59
1987	35144,29	41248,08	9886,00	16102,61	249,38	1193,45	344,38	7202,23	10408,51	28310,19	15384,16	44798,73
1988	30311,14	31017,70	1050,94	14879,47	15027,91	15223,85	7320,99	0,00	279,06	16702,30	35490,65	4528,36
1989	14281,76	17488,03	10822,15	25507,67	20733,89	0,00	0,00	0,00	3530,86	25222,67	56929,12	82603,04
1990	18667,62	3681,27	8447,14	23765,99	12730,08	2739,18	688,75	1852,51	2580,85	52202,84	20235,13	13727,59
1991	11700,91	33337,30	34350,64	9945,38	213,75	172,19	83,13	1894,07	13644,46	13092,27	10865,70	15698,85
1992	15508,85	7136,92	5498,16	16892,30	11020,07	6186,92	0,00	1294,38	10040,38	18596,37	3722,84	23233,59
1993	15039,79	15410,88	14779,52	19027,83	11174,45	2274,57	192,97	1260,24	7449,14	27278,54	22938,20	33815,77
1994	22479,52	32668,34	463,13	4643,16	30216,14	0,00	421,57	106,88	433,44	14214,47	19665,13	10271,94
1995	12409,46	14600,41	5759,41	10034,44	2137,51	1122,19	172,19	0,00	3924,71	21571,08	49631,89	57528,82
1996	84835,56	28476,44	17581,05	4352,22	40001,20	0,00	570,00	71,25	11251,64	7689,11	15253,54	61877,07
1997	43539,97	981,67	29,69	7985,99	14897,29	11714,76	3420,02	2731,27	2072,20	35809,30	76897,07	33921,16
1998	18560,75	20882,32	8645,06	16363,86	20727,95	8953,81	231,56	0,00	11590,08	6109,73	4441,28	17901,68
1999	22764,52	3473,46	21523,58	9321,94	12866,65	0,00	754,07	3627,84	19777,94	40470,27	12581,65	11655,39
2000	6359,10	5541,70	3815,86	48869,90	11322,89	231,56	1597,20	178,13	4411,59	13288,21	30768,33	75602,68
2001	54785,67	19498,88	26867,36	1644,70	10580,69	3960,34	207,81	154,38	7647,55	35114,61	2078,14	5884,10
2002	23269,22	4381,90	23257,34	8152,24	2820,33	1585,32	100,94	374,06	28328,00	22752,65	31136,45	26517,05
2003	20496,38	21007,01	17646,37	18453,87	570,00	1330,01	403,75	3348,77	665,00	38700,88	31362,08	12599,46
2004	18002,62	10188,82	5771,29	6792,54	2018,76	261,25	0,00	5320,04	10877,57	29141,44	5486,29	10212,57
2005	403,75	1140,01	11898,83	7505,05	5391,29	237,50	2066,26	427,50	3586,27	27953,93	28595,19	11898,83
2006	11518,83	12813,21	21921,39	8858,81	486,88	10117,57	1365,63	1021,26	8597,56	42738,41	36349,61	10711,32
2007	6638,17	17480,12	3871,28	11281,32	10996,32	10687,57	1270,63	1187,51	12076,95	1092,51	16173,86	6103,79
2008	6887,55	29806,45	0,00	0,00	0,00	3206,27	1615,01	1923,76	8597,56	15485,10	0,00	38166,50
2009	30851,45	2280,02	0,00	15960,11	9975,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo XV – Dados de consumo das torres de refrigeração

		contador água total (m3)	Contador água e pal (m3)	consumo semanal agua total (m3)	Consumo semanal água osmotiza da (m3)
16-Abr	T. Novas				
	T. Velhas				
23-Abr	T. Novas	48059	99908	237	134
	T. Velhas	51186	163985	425	193
28-Abr	T. Novas	48250	100266	191	167
	T. Velhas	51545	164524	359	180
06-Mai	T. Novas				
	T. Velhas				
14-Mai	T. Novas	49211	101684	582	94
	T. Velhas	52927	166559	867	121
19-Mai	T. Novas	49490	102327	279	364
	T. Velhas	53138	167108	211	338
27-Mai	T. Novas	50072	103198	871	289
	T. Velhas	53886	168174	1066	318
03-Jun	T. Novas	50882	103991	793	-17
	T. Velhas	54716	169012	838	8
17-Jun	T. Novas	51871	105491	941	494
	T. Velhas	55716	170454	829	329
24-Jun	T. Novas	52514	106470	979	336
	T. Velhas	56398	171467	1013	331
01-Jul	T. Novas	52813	107180	710	411
	T. Velhas	56861	172371	904	441
09-Jul	T. Novas	53848	107499	319	-716
	T. Velhas	57867	173448	1077	71
16-Jul	T. Novas	54268	107505	6	-414
	T. Velhas	0	173994	0	0
29-Jul	T. Novas	55247	107521	7	-248
	T. Velhas	59596	175944	835	446
11-Ago	T. Novas	55918	107542	21	-650
	T. Velhas	60407	177368	1424	613
19-Ago	T. Novas	56540	107569	27	-595
	T. Velhas	61169	178365	997	235

Anexo XV – Resultado das análises Laboratoriais

									DL236/98	
	Purgas Torres de Arrefecim ento	Água recuperad a pós- tratamento	Água recuperad a antes do tratamento	Água de transfega das OT's	Água transfega do Mosto (inicial)	Água transfega do Mosto (final)	Água da chuva Recolha Telhado	Água da chuva Recolha Algeroz	VMR	VMA
pH	8,69	7,2	9,41	7,34	5,09	5,36	7,24	6,99	6,5-8,5	9,5
Condutividade (µS/cm)	2110	971	930	573	229	238	-	-	400	
CQO (mg/l)	23	93	101	327	37	250	-	-	n.e.	
CBO5 (mg/l)	3	26	20	130	8	60	-	-	n.e.	
Azoto total (mg/l)	6	3	3	7	5	13	-	-	n.e.	
SST (mg/l)	4,8	2,5	4,8	5,8	2,3	1,1	1,6	5,3	Ausencia	
Fosforo (mg/l)	1,3	1,4	1,5	0,3	0	0,5	-	-	n.e.	
Alcalinidade (ppm HCO ₃)	368,5	288,5	308,5	164	6,5	7,5	43,5	47,5		30
Cloretos (ppm)	333	157,98	127,1	69,22	26,6	28,76	7,1	6,39	25	
Turvação (NTU)	0,66	0,264	0,61	1,58	0,46	0,28	0,50	0,41	0,4	4
Dureza (ppm CaCO ₃)	221,3	80,56	75	124,5	68,56	72,84	24,1	44,4		500
Calcio	55,47	-	-	-	-	-	-	-	100	
Ferro (ppm Fe ²⁺)	0,34	0,2	0,3	0,15	0,11	0,11	0,10	0,26	0,05	0,2
Sólidos totais	1157,5			0,508	178	329,5	116,5	331,5	n.e.	
Sólidos Dissolvidos totais (mg/l)	1152,7				175,7	328,4	114,9	326,2		1500
Oxidabilidade (mg/l O ₂)	-	17,44	109,91	41,6	16,65	74,75	-	-	2	5
Sulfatos (mg/l)	138	58,13	65,55	60,688	67,73	82,69	-	-	25	
Coliformes totais / 10 ml	0	-	738	-	-	-	30	146		0
E. Coli / 10ml	0	-	38	-	-	-	0	0		0
Enterobacterias / 100 ml MACK	9	-	incontavel	-	-	-	incontável	incontável		0
Contagem total 1 ml PCA 22°C S/UV	5	100	incontavel	-	-	-	incontável	incontável		0
Contagem total 1 ml PCA 37°C S/UV	4	110	incontavel	-	-	-	incontável	incontável		0

Anexo XV.I – Resultado das análises às amostragens efectuadas

Legenda: Células a vermelho – Inconformidade com o DL236/98; Célula amarela: resultado incorrecto

Amostra	Actividade	ST (g/l)	SVT (g/l)	SDT (g/l)	SST (g/l)	CQO (mg/l)	CBO ₅ (mg/l)	pH	Condutividade (µS)	CBO esperado (mg/l)
1	1ª molha	2,56	1,6	2,5	0,06	2129,78	-	5,56 (24,4°)	1610 (21,2°)	1703,8
2	Cisterna	3,05	1,22	2,8	0,25	3043	2357	4,35 (24,3°)	2340 (22,3°)	2434,4
3	Tanque inox (12h)	0,26	0,048	0,25	0,015	19,2	-	5,97 (24,6°)	362 (21,8°)	15,36
4	Tanque inox (19h)	0,56	0,3	0,35	0,21	240,56	-	5,94 (24,7°)	507 (21,9°)	192,4
5	2ª molha	2,25	1,44	1,96	0,29	3186,6	-	5,73 (23,5°)	1573 (23,5°)	2549,3

Anexo XV.II – Resultados obtidos a amostragens efectuadas aos efluentes da malteria no decorrer de Maio de 2008